



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11) 
1-0020996

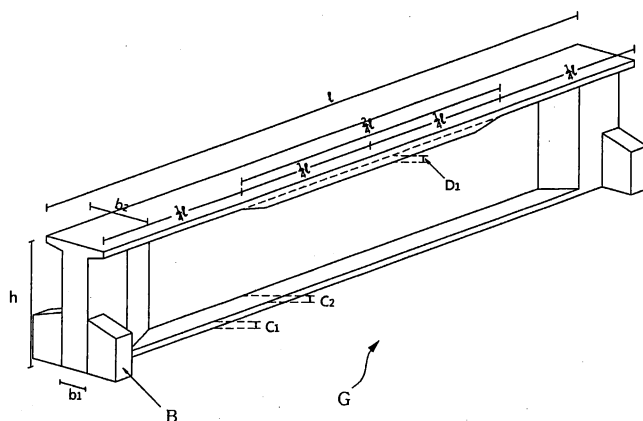
(51)⁷ E01D 2/00, 2/02

(13) B

- (21) 1-2014-03833 (22) 17.09.2013
(86) PCT/KR2013/008458 17.09.2013 (87) WO2014/046489 27.03.2014
(30) 10-2012-0103812 19.09.2012 KR
10-2012-0149229 20.12.2012 KR
10-2012-0158546 31.12.2012 KR
10-2013-0019896 25.02.2013 KR
10-2013-0099441 22.08.2013 KR
(45) 27.05.2019 374 (43) 25.06.2015 327
(73) WOO KYUNG TECH (KR)
#A-725, 295, Seongnam-daero, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do 463-826,
Republic of Korea
(72) ROH, U Hyeon (KR), ROH, Kyung Beom (KR), KIM, Min Ji (KR), KIM, Kyu Ri
(KR)
(74) Công ty TNHH Đại Tín và Liên Danh (DAITIN AND ASSOCIATES CO.,LTD)

(54) DẦM BÊ TÔNG DỰ ỨNG LỰC CHỮ I VỚI MẶT CẮT NGANG ĐƯỢC TỐI ƯU HÓA VÀ PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ DẦM TRÊN

(57) Sáng chế đề cập đến dầm bê tông dự ứng lực chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa. Ở dầm (PSC) chữ I, gờ dưới có chiều rộng dao động từ 0,8-1,2 m, độ dày dao động từ 0,18-0,20 m và độ dày sườn dao động từ 0,22-0,25 m. Độ dày gờ trên ở phần giữa dầm lớn hơn độ dày gờ trên ở hai đầu của dầm. Khi $r^2 = \frac{I}{A}$ là giá trị bình phương của bán kính quay (r), trong đó, $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$, và liên quan đến mô-men thứ cấp thành phần trên đơn vị diện tích tức là độ cứng trên đơn vị diện tích, trong phạm vi sai nhệp từ 27-60 m, thì mặt cắt ngang là mặt cắt ngang được tối ưu hóa trong đó giá trị độ cứng trên đơn vị diện tích là 95% hoặc hơn giá trị tối đa.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến dầm bê tông dự ứng lực (PSC) chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa và phương pháp thiết kế dầm bê tông PSC chữ I, và cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến dầm PSC chữ I có mặt cắt ngang được tối ưu hóa bằng cách xác định hình dạng hình học thích hợp cho gờ trên và gờ dưới, chi tiết hơn là, dầm có kết cấu mặt cắt ngang ba chiều được tối ưu hóa bằng cách thay đổi độ dày của gờ trên ở phần được xác định trước của dầm theo chiều dọc, trong đó số dầm được bố trí theo chiều ngang của cầu có thể được làm giảm xuống, và do đó hiệu quả kinh tế trong xây dựng cầu có thể tăng lên, và trong đó bao gồm khối chặn con lăn ngược đồng thời được tạo thành nguyên khối với dầm bằng cách đúc và có chức năng như dầm ngang, do đó tạo sự ổn định của công trình và kết cấu dầm.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đối với dầm PSC (bê tông dự ứng lực) chữ I thông thường đã được sử dụng trong cầu đường bộ trong nhiều thập kỷ qua, chiều rộng b_1 của gờ dưới dao động từ 0,60-0,72 m, chiều rộng b_2 của gờ trên dao động từ 0,64-0,76 m, sai nhịp ℓ dao động từ 25,00-35,00 m, và chiều cao h dao động từ 1,75-2,20 m.

Ở đây, chiều rộng b_2 và b_1 của gờ trên và gờ dưới là tương đối nhỏ. Tỷ lệ chiều rộng b_2 của gờ trên và chiều rộng b_1 của gờ dưới dao động từ 1,06-1,07, tức là gờ trên không lớn lắm.

Tuy nhiên, chiều rộng của gờ trên và gờ dưới không tối ưu. Vì dựa trên khoảng cách từ 2,40-2,80 m, mỗi nhịp được bố trí tám dầm đối với đường bốn làn xe thông thường, và bốn dầm đối với đường hai làn xe.

Do đó, khoảng sẵn có của sai nhịp ℓ của dầm PSC chữ I tương đối nhỏ, dao động từ 25,00-35,00 m. Vì vậy, dầm PSC chữ I không được sử dụng linh hoạt trong các lĩnh vực khác nhau mặc dù hiệu quả kinh tế cao.

Nhằm vượt qua hạn chế nêu trên, tại Hàn Quốc, dầm PSC chữ I đã được cải tiến từ dầm PSC chữ I có hình chiếu chữ T của các nước khác cho phù hợp với điều kiện được sử dụng tại Hàn Quốc.

Chi tiết hơn, chiều rộng gờ trên và gờ dưới của dầm PSC chữ I cải tiến đã được đề cập ở trên lớn hơn chiều rộng gờ trên và gờ dưới của dầm PSC chữ I thông thường. Do đó, tỉ lệ chiều cao h so với sai nhịp ℓ của dầm PSC chữ I được làm giảm, theo đó dầm PSC chữ I với chiều cao thấp và sai nhịp dài có thể được thực hiện.

Đối với dầm PSC chữ I cải tiến nêu trên, chiều rộng b_1 của gờ dưới dao động từ 0,9-1,00 m, chiều rộng b_2 của gờ trên dao động từ 1,10-1,20 m và chiều cao h dao động từ 1,10-2,60 m. Như vậy, chiều rộng b_2 và b_1 của gờ trên và gờ dưới tương đối lớn. Tỉ lệ chiều cao h so với sai nhịp ℓ của dầm PSC chữ I dao động từ 1/23 đến 1/19. Vì vậy, về tổng thể, chiều cao h thấp. Khoảng dao động có thể của sai nhịp ℓ của dầm PSC chữ I tương đối lớn, dao động từ 25,00-50,00 m. Do đó, không giống như dầm PSC chữ I thông thường, dầm với chiều cao thấp và sai nhịp dài có thể được thực hiện. Dầm được cải thiện như vậy có thể được sử dụng linh hoạt trong nhiều điều kiện vị trí khác nhau. Ngoài ra, dầm có thể được bố trí cách nhau từ 2,40-2,80 m.

Hơn nữa, đối với dầm PSC chữ I cải tiến đã được nêu trên, gờ trên và gờ dưới có kết cấu mặt cắt ngang đồng nhất với độ dày không đổi.

Như được mô tả ở trên, khi được so sánh với dầm PSC chữ I ban đầu, chiều rộng b_2 và b_1 của gờ trên và gờ dưới của dầm PSC chữ I cải tiến thường lớn nên tỉ lệ chiều cao h và sai nhịp ℓ của dầm PSC chữ I có thể được giảm đáng kể, nhờ đó hình dạng của dầm PSC chữ I được cải tiến. Hơn nữa, nhờ có chiều cao thấp và sai nhịp dài, nên dầm PSC chữ I cải tiến có thể thay thế cho cầu hợp kim thép hoặc cầu

thép có sai nhịp dao động từ 35,00-50,00 m mà dầm PSC chữ I thông thường không thể thay thế được. Do đó, dầm PSC chữ I cải tiến góp phần quan trọng để làm giảm chi tiêu ngân sách quốc gia.

Tuy nhiên, xét về hiệu quả kinh tế, dầm PSC chữ I cải tiến kém hơn nhiều so với dầm PSC chữ I thông thường. Vì, chi phí sản xuất và lắp đặt dầm PSC chữ I cải tiến cao hơn so với dầm PSC chữ I thông thường. Mặc dù có khả năng ứng dụng cao trong đó chiều cao của cầu không bị giới hạn, nhưng dầm PSC chữ I cải tiến không thể thay thế dầm PSC chữ I thông thường bởi vì số lượng dầm PSC chữ I cải tiến được bố trí trong mỗi nhịp giống như dầm PSC chữ I thông thường.

Cụ thể hơn, bởi vì sự giới hạn về sức bền mặt cắt ngang của dầm PSC chữ I, nên mỗi nhịp có khoảng cách dao động từ 2,40-2,8 m được bố trí tám dầm đối với đường bốn làn xe điện hình, và bốn dầm đối với đường hai làn xe điện hình. Do đó, khó có thể nâng cao đáng kể hiệu quả kinh tế, vì dầm PSC chữ I cải tiến ngoài đặc điểm có nhịp dài hơn thì các đặc điểm khác tương tự như dầm PSC chữ I thông thường, cụ thể là vì số lượng dầm được bố trí trên mỗi nhịp giống như dầm PSC chữ I thông thường.

Do vậy, việc phát triển dầm PSC chữ I cho cầu đường bộ với mặt cắt ngang được tối ưu hóa có thể làm giảm số lượng dầm cần thiết trên mỗi nhịp và đáp ứng yêu cầu cả về hiệu quả kinh tế của dầm PSC chữ I thông thường và khả năng ứng dụng của dầm PSC chữ I cải tiến với yêu cầu chiều cao thấp và sai nhịp dài.

Hơn nữa, giống như cầu đường bộ, dầm PSC chữ I cho cầu đường sắt cũng có những hạn chế trên. Đối với dầm PSC chữ I thông thường cho cầu đường sắt, chiều rộng b_1 của gờ dưới là 0,68 m, chiều rộng b_2 của gờ trên là 1,00 m, sai nhịp ℓ dao động từ 20,00-25,00 m, và chiều cao h của dầm dao động từ 1,85-2,35 m. Chiều rộng b_1 của gờ dưới tương đối nhỏ, và tỉ lệ chiều rộng b_2 của gờ trên với chiều rộng b_1 của gờ dưới là 1,47, là tỉ lệ tương đối cao. Tuy nhiên, chiều rộng b_2 của gờ trên tương đối nhỏ, và chiều cao h rất lớn khi tỉ lệ chiều cao h so với sai nhịp ℓ của dầm PSC chữ I dao động từ 1/11 đến 1/10. Ngoài ra, phạm vi có thể của sai nhịp ℓ của

dầm PSC chữ I dao động từ 20,00-25,00 m, là khá hẹp. Căn cứ vào khoảng cách bố trí từ 1,80-2,00 m, năm dầm được bố trí trên mỗi nhịp đối với đường đôi trên đường sắt thông thường, và ba dầm được bố trí trên mỗi nhịp đối với đường đơn.

Do vậy, đối với dầm PSC chữ I cải tiến cho cầu đường sắt, chiều rộng b_1 của gờ dưới dao động từ 0,90-1,00 m, chiều rộng b_2 của gờ trên dao động từ 1,10-1,79 m, sai nhịp ℓ dao động từ 20,00-35,00 m và chiều cao h dao động từ 1,40-3,00 m. Như vậy, chiều rộng b_2 và b_1 của gờ trên và gờ dưới tương đối lớn. Tỷ lệ chiều rộng b_2 của gờ trên so với chiều rộng b_1 của gờ dưới dao động từ 1,10 đến 1,79. Tức là gờ trên tương đối lớn. Tỷ lệ chiều cao h so với sai nhịp ℓ của dầm PSC chữ I dao động từ 1/14 đến 1/13. Tức là, về tổng thể, chiều cao h khá thấp. Phạm vi có thể của sai nhịp ℓ của dầm PSC chữ I tương đối lớn, dao động từ 20,00-35,00 m. Do đó, nhờ lợi thế của chiều cao thấp và sai nhịp dài, nên dầm PSC chữ I cải tiến có thể được sử dụng trong lĩnh vực mà dầm PSC chữ I thông thường không sử dụng được. Qua đó, dầm PSC chữ I cải tiến có thể thay thế cho dầm hợp kim thép hoặc dầm thép, từ đó làm giảm chi phí xây dựng. Tuy nhiên, xét về số lượng dầm được bố trí trên mỗi nhịp, thì dầm PSC chữ I cải tiến cũng giống như dầm PSC chữ I thông thường, trong đó, căn cứ vào khoảng cách từ 1,80-2,00 m, năm dầm được bố trí trên mỗi nhịp của đường sắt đôi, và ba dầm được bố trí trên mỗi nhịp của đường sắt đơn. Do đó, khó có thể nâng cao đáng kể hiệu quả kinh tế vì dầm PSC chữ I cải tiến ngoài đặc điểm có nhịp dài hơn thì các đặc điểm khác tương tự như dầm PSC chữ I thông thường, cụ thể là vì số lượng dầm được bố trí trên mỗi nhịp giống như dầm PSC chữ I thông thường.

Cụ thể hơn, bởi vì sự giới hạn về sức bền mặt cắt ngang của dầm PSC chữ I, nên khoảng cách giữa các dầm PSC chữ I cho mỗi nhịp dao động từ 1,80-2,00 m. Do vậy, kể cả dầm PSC chữ I thông thường và dầm PSC chữ I cải tiến đều không thể nâng cao hiệu quả kinh tế.

Vì vậy, đối với cầu đường sắt, dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa có thể làm giảm số lượng dầm cần thiết trên mỗi nhịp và chi phí xây dựng so

với dầm PSC chữ I thông thường, và đáp ứng yêu cầu các điều kiện khác nhau về chiều cao thấp và nhịp dài.

Số dầm được bố trí trên mỗi nhịp phụ thuộc vào khoảng cách giữa các dầm PSC chữ I được cố định trong cả hai trường hợp dầm PSC chữ I thông thường và dầm PSC chữ I cải tiến. Vì vậy, hiệu quả kinh tế do việc sử dụng dầm PSC chữ I cải tiến có thể được ước tính khi giảm chi phí xây dựng kết cấu dưới của cầu nhờ tăng số nhịp, do đó làm giảm toàn bộ chi phí xây dựng.

Như vậy, mặc dù dầm PSC chữ I được cải tiến để nâng cao hiệu quả kinh tế, nhưng khó có thể mong đợi sự gia tăng hiệu quả kinh tế ở dầm PSC chữ I cải tiến lên đến 23% hoặc hơn so với dầm PSC chữ I thông thường.

Bản chất kĩ thuật của sáng chế

Theo đó, sáng chế nhận thức rõ những hạn chế của kĩ thuật hiện có, và mục tiêu của sáng chế là đề xuất dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa để làm tăng hiệu quả kinh tế bằng cách giảm số lượng dầm PSC chữ I được bố trí trên mỗi nhịp khoảng 20-30%, và phương pháp thiết kế dầm PSC chữ I.

Để thực hiện mục tiêu trên, theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất dầm PSC (bê tông dự ứng lực) chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa cho cầu đường bộ, bao gồm: gờ dưới có các thông số hình học gồm chiều rộng dao động từ 0,8-1,2 m, độ dày dao động từ 0,18-0,20 m và độ dày sườn dao động từ 0,22-0,25 m; và gờ trên được cấu hình như sau: độ dày của gờ trên ở phần dầm kéo dài từ giữa (theo chiều dọc) dầm về phía hai đầu dầm đến điểm cách giữa dầm một khoảng $1/4$ số nhịp L lớn hơn độ dày của gờ trên ở phần dầm kéo dài từ hai đầu của dầm đến điểm cách giữa dầm một khoảng bằng $1/4L$, trong đó khi $r^2 = \frac{I}{A}$ là giá trị bình phương

bán kính quay (r), trong đó $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$, và liên quan đến mô-men thứ cấp thành phần trên đơn vị diện tích tức là độ cứng trên đơn vị diện tích, bán kính quay (r) là tham biến cụ thể dạng hình học mặt cắt ngang của dầm phụ thuộc vào sự thay đổi chiều

rộng và độ dày của gờ trên và chiều cao của dầm, trong phạm vi sai nhệp từ 26-60 m; mặt cắt ngang của dầm là mặt cắt ngang được tối ưu hóa, trong đó giá trị độ cứng trên đơn vị diện tích là 95% hoặc hơn giá trị tối đa được tính toán theo sự thay đổi của gờ trên.

Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa cho cầu đường sắt, bao gồm: gờ dưới có các thông số hình học gồm chiều rộng dao động từ 0,8-1,2 m, độ dày dao động từ 0,18-0,20 m và độ dày sườn dao động từ 0,22-0,25 m; và gờ trên được cấu hình như sau: độ dày của gờ trên ở phần dầm kéo dài từ giữa (theo chiều dọc) dầm về phía hai đầu dầm đến điểm cách giữa dầm một khoảng $1/4$ sai nhệp L lớn hơn độ dày của gờ trên ở phần dầm kéo dài từ hai đầu của dầm đến điểm cách giữa dầm một khoảng bằng $1/4L$, trong đó khi

$r^2 = \frac{I}{A}$ là giá trị bình phương bán kính quay (r), trong đó $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$, và liên quan đến mô-men thứ cấp thành phần trên đơn vị diện tích tức là độ cứng trên đơn vị diện tích, bán kính quay (r) là tham biến cụ thể dạng hình học mặt cắt ngang của dầm phụ thuộc vào sự thay đổi chiều rộng và độ dày của gờ trên và chiều cao của dầm, trong phạm vi sai nhệp từ 25-40 m; mặt cắt ngang của dầm là mặt cắt ngang được tối ưu hóa, trong đó giá trị độ cứng trên đơn vị diện tích là 95% hoặc hơn giá trị tối đa được tính toán theo sự thay đổi của gờ trên, và tỉ lệ sâu-dài của dầm dao động từ $1/12$ đến $1/11$.

Theo tính toán, giá trị tối ưu hóa của ứng lực được áp dụng gây ra bởi lực thành phần đối với bước xây dựng tương ứng được áp dụng cho dầm PSC chữ I, phần giữa của nhệp dầm là vị trí tương ứng với $1/2$ sai nhệp L có thể có mặt cắt ngang mà ứng lực tác dụng lên đáy dầm gần bằng ứng lực nén tối đa cho phép trong nhóm bước xây dựng thứ nhất bao gồm gia công thanh gia cố, lắp ráp, lắp khuôn, đúc bê tông và đóng rắn, và đưa vào lực căng trong bãi đúc bê tông, mặt cắt ngang thỏa mãn phương trình sau:

$$(f_c)_{1/2, \text{đáy}}^{1st} \leq \alpha_1 \cdot f_{ci}$$

$(f_c)_{1/2, \text{đáy}}^{1st}$: ứng lực được áp dụng của bê tông đáy ở phần giữa của nhịp dầm (vị trí tương ứng với 1/2 sải nhịp L) trong nhóm bước xây dựng thứ nhất

$f_{ci} : \beta_1 \cdot f_{ck}$: sức bền bê tông non

β_1 : hệ số làm giảm (0,8) sức bền tiêu chuẩn thiết kế bê tông được đóng rắn sau 28 ngày

f_{ck} : sức bền tiêu chuẩn thiết kế bê tông được đóng rắn sau 28 ngày

α_1 : hệ số làm giảm sức bền bê tông non

nhóm bước xây dựng thứ hai gồm tải dầm lên xe vận chuyển, vận chuyển dầm, đặt dầm và kết nối dầm,

nhóm bước xây dựng thứ ba gồm lắp ráp thanh gia cố và đúc bê tông và đóng rắn,

nhóm bước xây dựng thứ tư gồm đưa vào lực căng bổ sung,

nhóm bước xây dựng thứ năm gồm áp tải trọng chết bổ sung (gắn hàng rào bảo vệ, ốp lát, lắp đặt đường sắt, v.v...), hoàn thiện kết cấu cầu, và áp tải trọng của xe,

đối với đỉnh của dầm, ứng lực áp dụng được tích lũy cuối cùng của dầm từ nhóm bước xây dựng thứ nhất đến nhóm bước xây dựng thứ năm thỏa mãn phương trình sau:

$$(f_c)_{1/2, \text{chóp}}^{5st} \leq \alpha_2 \cdot (\alpha_3 \cdot f_{ck})$$

$(f_c)_{1/2, \text{chóp}}^{5st}$: ứng lực áp dụng được tích lũy của bê tông đỉnh ở phần giữa của nhịp dầm (vị trí tương ứng với 1/2 sải nhịp L) từ nhóm bước xây dựng thứ nhất đến nhóm bước xây dựng thứ năm.

α_2 : hệ số (0,88 đến 0,90) để xác định phạm vi áp ứng lực tác động thực

α_3 : hệ số làm giảm sức bền cuối cùng của phần nén bê tông,

đối với đáy dầm, ứng lực áp dụng được tích lũy của dầm từ nhóm bước xây dựng thứ nhất đến nhóm xây dựng thứ năm thỏa mãn phương trình sau:

$$(f_c)_{1/2, \text{đáy}}^{5st} \geq (\alpha_4 \cdot f_{ck}) \text{ hoặc } 0$$

$(f_c)_{1/2, \text{đáy}}^{5st}$: ứng lực áp dụng được tích lũy của bê tông đáy ở phần giữa của nhịp dầm (vị trí tương ứng với 1/2 sải nhịp L) từ nhóm bước xây dựng thứ nhất đến nhóm bước xây dựng thứ năm

α_4 : hệ số làm giảm sức bền cuối cùng của phần kéo bê tông, và

tại vị trí trên dầm tương ứng với 1/4 sải nhịp L, ứng lực được áp dụng của đáy dầm trong bước xây dựng thứ nhất thỏa mãn phương trình sau:

$$(f_c)_{1/4, \text{đáy}}^{1st} \leq \alpha_1 \cdot f_{ci}$$

$(f_c)_{1/4, \text{đáy}}^{5st}$: ứng lực được áp dụng của đáy dầm tại vị trí tương ứng với 1/4 sải nhịp L của dầm trong nhóm bước xây dựng thứ nhất.

Hơn nữa, khối chặn con lăn ngược có chức năng như dầm ngang có thể được đúc nguyên khối trên từng mặt bên đối diện nhau ở phần dưới của hai đầu đối diện nhau của dầm PSC chữ I.

Ngoài ra, thông số kỹ thuật mặt cắt ngang của dầm PSC chữ I theo chiều dọc cầu đường bộ có thể được làm rõ trong bảng sau [bảng thông số kỹ thuật mặt cắt ngang].

Thông số kỹ thuật mặt cắt ngang của dầm PSC chữ I cho cầu đường bộ (đơn vị: m)

Sải nhịp (L)	Chiều rộng của gờ dưới (b1)	Chiều rộng của gờ trên (b2)	Chiều cao dầm (h)	Độ dày của gờ dưới	
				Độ dày gờ (c1)	Độ dày sườn (c2)
27 - 30	0,8 - 1,2	1,3 - 1,7	1,2 - 1,4	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 30 - 35	0,8 - 1,2	1,3 - 1,7	1,5 - 1,7	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 35 - 40	0,8 - 1,2	1,4 - 1,9	1,8 - 2,0	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 40 - 45	0,8 - 1,2	1,4 - 1,9	2,1 - 2,3	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 45 - 50	0,8 - 1,2	1,5 - 2,0	2,4 - 2,6	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 50 - 55	0,8 - 1,2	1,5 - 2,0	2,8 - 3,0	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 55 - 60	0,8 - 1,2	1,5 - 2,0	3,2 - 3,4	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25

Hơn nữa, thông số kỹ thuật mặt cắt ngang của dầm PSC chữ I theo chiều dài cầu đường sắt có thể được chỉ rõ trong bảng sau [bảng thông số kỹ thuật mặt cắt ngang].

Thông số kỹ thuật mặt cắt ngang dầm PSC chữ I cho cầu đường sắt (đơn vị: m)

Sải nhịp (L)	Chiều rộng gờ dưới (b1)	Chiều rộng gờ trên (b2)	Chiều cao dầm (h)	Độ dày gờ	
				Độ dày gờ (c1)	Độ dày sườn (c2)
20 - 25	0,8 - 1,2	1,7 - 2,0	2,1 - 2,3	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25

trên 25 - 30	0,8 - 1,2	1,7 - 2,0	2,5 - 2,7	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 30 - 35	0,8 - 1,2	1,7 - 2,0	2,9 - 3,1	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 35 - 40	0,8 - 1,2	1,7 - 2,0	3,4 - 3,6	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25

Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp thiết kế dầm bê tông dự ứng lực (PSC) chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa cho cầu đường bộ, phương pháp này được đặc trưng bởi thiết kế dầm như sau: gờ dưới có các thông số hình học gồm chiều rộng dao động từ 0,8-1,2 m, độ dày dao động từ 0,18-0,20 m và độ dày sườn dao động từ 0,22 đến 0,25 m; gờ trên được cấu hình sao cho độ dày của gờ trên ở phần dầm kéo dài từ giữa (theo chiều dọc) dầm về phía hai đầu dầm đến điểm cách giữa dầm một khoảng $1/4$ sải nhịp L lớn hơn độ dày của gờ trên ở phần dầm kéo dài từ hai đầu của dầm đến điểm cách giữa dầm một khoảng bằng $1/4 L$; trong đó khi $r^2 = \frac{I}{A}$ là giá trị bình phương bán kính quay (r), trong đó $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$, và liên quan đến mô-men thứ cấp thành phần trên đơn vị diện tích tức là độ cứng trên đơn vị diện tích, bán kính quay (r) là tham biến cụ thể dạng hình học mặt cắt ngang của dầm phụ thuộc vào sự thay đổi chiều rộng và độ dày của gờ trên và chiều cao của dầm, trong phạm vi sải nhịp từ 27-60 m, mặt cắt ngang của dầm là mặt cắt ngang được tối ưu hóa, trong đó giá trị độ cứng trên đơn vị diện tích là 95% hoặc hơn giá trị tối đa được tính toán theo sự thay đổi của gờ trên.

Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp thiết kế dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa cho cầu đường sắt, phương pháp được đặc trưng bởi thiết kế dầm như sau: gờ dưới có các thông số hình học gồm chiều rộng dao động từ 0,8-1,2 m, độ dày dao động từ 0,18-0,20 m và Độ dày sườn dao động từ 0,22-0,25 m; và gờ trên được cấu hình sao cho độ dày của gờ trên ở phần dầm kéo dài từ giữa (theo chiều dọc) dầm về phía hai đầu dầm đến điểm cách giữa dầm một khoảng $1/4$ sải nhịp L lớn hơn độ dày của gờ trên ở phần dầm kéo dài từ hai đầu của dầm đến điểm cách giữa dầm một khoảng bằng $1/4L$; và khi $r^2 = \frac{I}{A}$ là giá trị bình

phương bán kính quay (r), trong đó $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$, và liên quan đến mô-men thứ cấp thành phần trên đơn vị diện tích tức là độ cứng trên đơn vị diện tích, bán kính quay (r) là tham biến cụ thể dạng hình học mặt cắt ngang của dầm phụ thuộc vào sự thay đổi chiều rộng và độ dày của gờ trên và chiều cao của dầm, trong phạm vi sai nhịp từ 25-40 m, mặt cắt ngang của dầm là mặt cắt ngang được tối ưu hóa, trong đó giá trị độ cứng trên đơn vị diện tích là 95% hoặc hơn giá trị tối đa được tính toán theo sự thay đổi của gờ trên, và tỉ lệ sâu-dài của dầm dao động từ 1/12 đến 1/11.

Theo tính toán, giá trị tối ưu hóa của ứng lực được áp dụng gây ra bởi lực thành phần đối với bước xây dựng tương ứng được áp dụng cho dầm PSC chữ I, phần giữa của nhịp dầm là vị trí tương ứng với 1/2 sai nhịp L có thể có mặt cắt ngang mà ứng lực tác dụng lên đáy dầm gần bằng ứng lực nén tối đa cho phép trong nhóm bước xây dựng thứ nhất bao gồm gia công thanh gia cố, lắp ráp, lắp khuôn, đúc bê tông và đóng rắn, và đưa vào lực căng trong bãi đúc bê tông, mặt cắt ngang thỏa mãn phương trình sau:

$$(f_c)_{1/2, \text{đáy}}^{1st} \leq \alpha_1 \cdot f_{ci}$$

$(f_c)_{1/2, \text{đáy}}^{1st}$: ứng lực được áp dụng của bê tông đáy ở phần giữa của nhịp dầm (vị trí tương ứng với 1/2 sai nhịp L) trong nhóm bước xây dựng thứ nhất

$f_{ci} : \beta_1 \cdot f_{ck}$: sức bền bê tông non

β_1 : hệ số làm giảm (0,8) sức bền tiêu chuẩn thiết kế bê tông được đóng rắn sau 28 ngày

f_{ck} : sức bền tiêu chuẩn thiết kế bê tông được đóng rắn sau 28 ngày

α_1 : hệ số làm giảm sức bền bê tông non

nhóm bước xây dựng thứ hai gồm tải dầm lên xe vận chuyển, vận chuyển dầm, đặt dầm và kết nối dầm,

nhóm bước xây dựng thứ ba gồm lắp ráp thanh gia cố và đúc bê tông và đóng rắn,

nhóm bước xây dựng thứ tư gồm đưa vào lực căng bổ sung,

nhóm bước xây dựng thứ năm gồm áp tải trọng chết bổ sung (gắn hàng rào bảo vệ, ốp lát, lắp đặt đường sắt, v.v...), hoàn thiện kết cấu cầu, và áp tải trọng của xe,

đối với đỉnh của dầm, ứng lực áp dụng được tích lũy cuối cùng của dầm từ nhóm bước xây dựng thứ nhất đến nhóm bước xây dựng thứ năm thỏa mãn phương trình sau:

$$(f_c)_{1/2, \text{chóp}}^{5st} \leq \alpha_2 \cdot (\alpha_3 \cdot f_{ck})$$

$(f_c)_{1/2, \text{chóp}}^{5st}$: ứng lực áp dụng được tích lũy của bê tông đỉnh ở phần giữa của nhịp dầm (vị trí tương ứng với 1/2 sải nhịp L) từ nhóm bước xây dựng thứ nhất đến nhóm bước xây dựng thứ năm.

α_2 : hệ số (0,88 đến 0,90) để xác định phạm vi áp ứng lực tác động thực

α_3 : hệ số làm giảm sức bền cuối cùng của phần nén bê tông,

đối với đáy dầm, ứng lực áp dụng được tích lũy của dầm từ nhóm bước xây dựng thứ nhất đến nhóm xây dựng thứ năm thỏa mãn phương trình sau:

$$(f_c)_{1/2, \text{đáy}}^{5st} \geq (\alpha_4 \cdot f_{ck}) \text{ hoặc } 0$$

$(f_c)_{1/2, \text{đáy}}^{5st}$: ứng lực áp dụng được tích lũy của bê tông đáy ở phần giữa của nhịp dầm (vị trí tương ứng với 1/2 sải nhịp L) từ nhóm bước xây dựng thứ nhất đến nhóm bước xây dựng thứ năm

α_4 : hệ số làm giảm sức bền cuối cùng của phần kéo bê tông, và tại vị trí trên dầm tương ứng với 1/4 sải nhịp L, ứng lực được áp dụng của đáy dầm trong bước xây dựng thứ nhất thỏa mãn phương trình sau:

$$(f_c)_{1/4, \text{đáy}}^{1st} \leq \alpha_1 \cdot f_{ci}$$

$(f_c)_{1/4, \text{đáy}}^{1st}$: ứng lực được áp dụng của đáy dầm tại vị trí tương ứng với 1/4 sải nhịp L của dầm trong nhóm bước xây dựng thứ nhất.

Hơn nữa, khối chặn con lăn ngược có chức năng như dầm ngang có thể được đúc nguyên khối trên từng mặt bên đối diện nhau ở phần dưới của hai đầu đối diện nhau của dầm PSC chữ I.

Dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa cho cầu đường sắt, cầu đường bộ theo sáng chế và phương pháp thiết kế dầm PSC chữ I có hiệu quả như sau.

Thứ nhất, đối với cầu đường bộ, khoảng cách bố trí giữa các dầm PSC chữ I từ 2,40-2,80 m có thể được tăng lên đến mức tối đa 3,80 m bằng cách tối ưu hóa mặt cắt ngang của dầm PSC chữ I. Do đó, số dầm tương ứng được bố trí theo chiều ngang của cầu có thể được giảm xuống, từ đó làm tăng hiệu quả kinh tế.

Cụ thể, đối với đường bốn làn xe điện hình, số dầm có thể được giảm từ tám trong kỹ thuật thông thường xuống còn sáu. Đối với đường hai làn xe, số dầm có thể được giảm từ bốn xuống ba.

Thứ hai, đối với cầu đường sắt, khoảng cách bố trí dầm PSC chữ I theo chiều ngang từ 1,80-2,00 m đối với dầm PSC chữ I thông thường hoặc dầm PSC chữ I cải tiến có thể được tăng lên đến mức tối đa 3,80 m. Do đó, số dầm tương ứng được bố trí theo chiều ngang của cầu có thể được làm giảm, từ đó làm tăng hiệu quả kinh tế.

Cụ thể, đối với cầu đường sắt đơn, số dầm có thể được giảm từ ba trong kỹ thuật thông thường xuống còn hai. Đối với cầu đường sắt đôi, số dầm cũng có thể được giảm từ năm xuống bốn.

Thứ ba, so với dầm PSC chữ I thông thường, dầm theo sáng chế có chiều rộng gờ trên được làm tăng do tối ưu hóa mặt cắt ngang của dầm PSC chữ I. Vì điều này, khối chặn con lăn ngược có chức năng như dầm ngang cho dầm được tạo thành liên khối với dầm, từ đó nâng cao tính ổn định cho dầm khỏi bị lún, và tạo thuận lợi cho xây dựng dầm ngang, sau khi dầm PSC chữ I được xây dựng. Do đó, hiệu quả kinh tế có thể được tối ưu hóa không chỉ bởi việc nâng cao hiệu quả kinh tế mà còn làm giảm chi phí xây dựng xuất phát từ sự gia tăng hiệu quả công việc.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình phối cảnh minh họa dầm PSC chữ I có mặt cắt ngang được tối ưu hóa theo sáng chế;

Fig.2 là mặt cắt dọc minh họa dầm PSC chữ I theo sáng chế;

Fig.3 là mặt cắt theo đường A-A của Fig.2;

Fig.4 là mặt cắt theo đường B-B của Fig.2;

Fig.5 là mặt cắt theo đường C-C của Fig.2;

Fig.6 là mặt cắt theo đường D-D của Fig.2;

Fig.7 là đồ thị minh họa sự thay đổi chiều cao của dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa và chiều rộng của gờ trên theo sáng chế dựa trên tải nhịp dao động từ 27-30 m;

Fig.8 là đồ thị minh họa sự thay đổi chiều cao của dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa và chiều rộng của gờ trên theo sáng chế dựa trên tải nhịp dao động từ 30-35 m;

Fig.9 là đồ thị minh họa sự thay đổi chiều cao của dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa và chiều rộng của gờ trên theo sáng chế dựa trên tải nhịp dao động từ 35-40 m;

Fig.10 là đồ thị minh họa sự thay đổi chiều cao của dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa và chiều rộng của gờ trên theo sáng chế dựa trên tải nhịp dao động từ 40-45 m;

Fig.11 là đồ thị minh họa sự thay đổi chiều cao của dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa và chiều rộng của gờ trên theo sáng chế dựa trên tải nhịp dao động từ 45-50 m;

Fig.12 là đồ thị minh họa sự thay đổi chiều cao của dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa và chiều rộng của gờ trên theo sáng chế dựa trên tải nhịp dao động từ 50-55 m;

Fig.13 là đồ thị minh họa sự thay đổi chiều cao của dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa và chiều rộng của gờ trên theo sáng chế dựa trên tải nhịp dao động từ 55-60 m;

Fig.14 là đồ thị minh họa sự thay đổi chiều cao của dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa và chiều rộng của gờ trên theo sáng chế dựa trên tải nhịp dao động từ 35-40 m;

Fig.15 là đồ thị minh họa sự thay đổi chiều cao của dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa và chiều rộng của gờ trên theo sáng chế dựa trên tải trọng dao động từ 30-35 m;

Fig.16 là đồ thị minh họa sự thay đổi chiều cao của dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa và chiều rộng của gờ trên theo sáng chế dựa trên tải trọng dao động từ 25-30 m;

Fig.17 là đồ thị minh họa sự thay đổi chiều cao của dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa và chiều rộng của gờ trên theo sáng chế dựa trên tải trọng dao động từ 20-25 m;

Fig.18 là đồ thị minh họa tỉ lệ mô-men của dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa theo sáng chế.

Các số tham chiếu và kí hiệu tương ứng trên hình:

b1: chiều rộng gờ dưới

b2: chiều rộng gờ trên

B: khối chặn con lăn ngược

c1: độ dày gờ dưới

c2: độ dày sườn gờ dưới

d1: phần tăng độ dày ở mặt dưới của gờ trên

G: dầm PSC chữ I

h: chiều cao

ℓ: tải trọng

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết cùng với các hình kèm theo.

Fig.1 là hình phối cảnh dầm PSC chữ I có mặt cắt ngang được tối ưu hóa theo sáng chế. Fig.2 là mặt cắt dọc minh họa dầm PSC chữ I theo sáng chế. Fig.3 là mặt cắt theo đường A-A của Fig.2. Fig.4 là mặt cắt theo đường B-B của Fig.2. Fig.5 là mặt cắt theo đường C-C của Fig.2. Fig.6 là mặt cắt theo đường D-D của Fig.2.

Sau đây, dầm PSC chữ I có mặt cắt ngang được tối ưu hóa cho cầu đường bộ hoặc cầu đường sắt theo sáng chế và phương pháp thiết kế dầm PSC chữ I sẽ được giải thích chi tiết.

Đối với cầu sử dụng dầm bê tông dự ứng lực chữ I (dầm PSC chữ I), ứng lực được áp dụng theo lực thành phần tác dụng của đầu trên (đỉnh) của gờ trên và đầu dưới (đáy) của gờ dưới trên phần cụ thể của mô-men diện tích dương ở phần giữa của nhịp được diễn giải như sau:

[Phương trình 1-1a]

$$(f_c) = \left(\frac{P_1}{A_1} + \frac{P_1 \cdot e_1}{I_1} y_1 \right) + \left(\frac{M_{D1,self} + M_{D1,slab}}{I_1} \right) y_1 + \left(\frac{P_2}{A_2} + \frac{P_2 \cdot e_2}{I_2} y_2 \right) + \left(\frac{M_{D2,2nd,D} + M_{Live}}{I_2} \right) y_2$$

Ở đây, dựa vào đường trung hòa (N.A. - neutral axis), phía gờ trên được kí hiệu bằng dấu (+), phía gờ dưới được kí hiệu bằng dấu (-), nén là (+), và kéo là (-). Đối với các chỉ số, 1 biểu thị mặt cắt ngang trước khi cấu thành bản, và 2 biểu thị mặt cắt ngang sau khi cấu thành bản. P biểu thị lực dự ứng lực. $M_{D1,self}$ biểu thị lực thành phần (mô-men) có nguồn gốc từ tải trọng tự thân. $M_{D1,slab}$ biểu thị lực thành phần (mô-men) có nguồn gốc từ trọng lượng của tấm vật liệu. $M_{D2,2nd,D}$ biểu thị lực thành phần có nguồn gốc từ phụ tải chết gây ra bởi hàng rào bảo vệ, vật

liệu ốp lát, v.v... M_{Live} biểu thị lực thành phần (mô-men) gây ra bởi trọng lượng của xe cộ. Kí tự 'A' biểu thị diện tích mặt cắt ngang của dầm. Kí hiệu 'I' biểu thị mô-men thứ cấp thành phần của mặt cắt ngang dầm. Kí hiệu 'y' biểu thị khoảng cách giữa đường trung hòa và đỉnh hoặc đáy của dầm. Kí hiệu 'e' biểu thị khoảng cách giữa đường trung hòa của mặt cắt ngang dầm và cốt thép, nói theo cách khác, biểu thị khoảng cách lệch tâm.

Xuất phát từ phương trình 1-1a, ứng lực tác dụng thành phần trước khi cầu thành bản được biểu thị bởi phương trình 1-1b:

[Phương trình 1-1b]

$$(f_c) = \left(\frac{P_1}{A_1} + \frac{P_1 \cdot e_1}{I_1} y_1 \right) + \left(\frac{M_{D1,self} + M_{D1,slab}}{I_1} \right) y_1$$

Trong đó, theo phương trình 1-1b, nếu $M_{D1,self} + M_{D1,slab} = M_{D1}$, thì phương trình 1-1c là:

[Phương trình 1-1c]

$$(f_c) = \left(\frac{P_1}{A_1} + \frac{P_1 \cdot e_1}{I_1} y_1 \right) + \left(\frac{M_{D1}}{I_1} \right) y_1$$

Khi $r^2 = \frac{I_1}{A_1}$ được áp dụng cho phương trình trên, thì phương trình 1-2a và

phương trình 1-2b là:

[Phương trình 1-2a]

$$(f_c) = \frac{1}{A_1} \left[P_1 + \left(\frac{P_1 \cdot e_1 + M_{D1,self} + M_{D1,slab}}{I_1 / A_1} \right) y_1 \right]$$

[Phương trình 1-2b]

$$(f_c) = \frac{1}{A_1} \left[P_1 + \left(\frac{P_1 \cdot e_1 + M_{D1,self} + M_{D1,slab}}{r_1^2} \right) y_1 \right]$$

Giả sử rằng khi mặt cắt ngang điển hình là mặt cắt ngang hình chữ nhật có chiều rộng b và chiều cao h , thì diện tích mặt cắt ngang là $A_1 = b \cdot h$, mô-men thứ cấp thành phần là $I_1 = \frac{b \cdot h^3}{12}$, và mối quan hệ giữa chúng được biểu thị

$$\frac{I_1}{A_1} = \frac{b \cdot h^3}{12 \cdot b \cdot h} = \frac{h^2}{12}.$$

$$\text{Do đó } A_1 = \left(\frac{12}{h^2} \right) I_1 \text{ hoặc } I_1 = \left(\frac{h^2}{12} \right) A_1$$

Khi $e_1 = -\frac{h}{2}, y_1 = \pm \frac{h}{2}$ {dựa vào đường trung hòa, vị trí trên là (+), và vị trí dưới là (-)} được áp dụng cho số hạng trong ngoặc thứ nhất ở phương trình 1-1c, thì nhận được phương trình 1-3:

[Phương trình 1-3]

$$(f_c) = \left(\frac{P_1}{A_1} + \frac{P_1 \cdot e_1}{I_1} y_1 \right) = \frac{P_1}{A_1} + \frac{12P_1}{h^2 A_1} \left(-\frac{h}{2} \right) \left(\pm \frac{h}{2} \right) = \frac{P_1}{A_1} \mp \frac{3P_1}{A_1}$$

Theo đó, đỉnh dầm nhận được $-\frac{2P_1}{A_1}$, và đáy dầm nhận $+\frac{4P_1}{A_1}$. Khi áp dụng cho phương trình 1-1c, thì phương trình 1-4a và phương trình 1-4b sẽ nhận được:

[Phương trình 1-4a]

$$(f_c)_{chóp} = -\frac{2P_1}{A_1} + \left(\frac{M_{D1}}{I_1} \right) y_1 = -\frac{2P_1}{A_1} + \left(\frac{M_{D1}}{I_1} \right) y_{chóp}$$

($y_{chóp}$: khoảng cách giữa đường trung hòa và đỉnh >0)

[Phương trình 1-4b]

$$(f_c)_{\text{đáy}} = +\frac{4P_1}{A_1} + \left(\frac{M_{D1}}{I_1}\right)y_1 = +\frac{4P_1}{A_1} - \left(\frac{M_{D1}}{I_1}\right)y_{\text{đáy}}$$

($y_{\text{đáy}}$: khoảng cách giữa đường trung hòa và đáy > 0 , bởi vì kí hiệu (-) đứng

trước số hạng $\left(\frac{M_{D1}}{I_1}\right)y_{\text{đáy}}$)

Đối với ứng lực tác dụng gây ra bởi lực thành phần của mô-men diện tích dương, trong trường hợp ứng lực đỉnh dầm phía nén, thì ứng lực tác dụng cuối cùng nhỏ hơn phù hợp hơn với mặt cắt ngang. Đối với ứng suất đáy dầm phía kéo, thì ứng lực tác dụng lớn hơn (theo hướng (+)) phù hợp hơn với mặt cắt ngang.

Theo phương trình 1-4a, với mặt cắt ngang giống nhau ($A_1 = \text{hằng số}$), khi giá trị I_1 tăng, thì $\left(\frac{M_{D1}}{I_1}\right)y_{\text{chóp}}$ giảm, do đó giá trị $(f_c)_{\text{chóp}}$ giảm. Hơn nữa, với điều kiện I_1 giống nhau ($I_1 = \text{hằng số}$), khi A_1 giảm, thì giá trị $\left(\frac{2P_1}{A_1}\right)$ tăng, do đó $(f_c)_{\text{chóp}}$ giảm

Do đó, giá trị $r^2 = \frac{I_1}{A_1}$ lớn hơn phù hợp hơn với mặt cắt ngang.

Theo phương trình 1-4b, với điều kiện mặt cắt giống nhau ($A_1 = \text{hằng số}$), khi giá trị I_1 tăng thì $\left(\frac{M_{D1}}{I_1}\right)y_{\text{đáy}}$ giảm, do đó giá trị $(f_c)_{\text{đáy}}$ tăng. Hơn nữa, với điều kiện I_1 như nhau ($I_1 = \text{hằng số}$), khi A_1 giảm thì giá trị $\left(\frac{4P_1}{A_1}\right)$ tăng, do đó $(f_c)_{\text{đáy}}$ tăng.

Do đó, giá trị $r^2 = \frac{I_1}{A_1}$ lớn hơn sẽ phù hợp hơn với mặt cắt ngang.

Tóm lại, có thể hiểu rằng ứng lực đỉnh dầm lớn hơn, ứng lực đáy dầm hoặc độ cứng trên đơn vị diện tích, cụ thể là $r^2 = \frac{I_1}{A_1}$ lớn hơn, sẽ phù hợp hơn với mặt cắt ngang.

Áp dụng lí thuyết trên vào sáng chế được trình bày sau đây để tạo thành mặt cắt ngang được tối ưu hóa.

$r^2 = \frac{I}{A}$ là giá trị bình phương của bán kính quay (r), cụ thể, $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$ được gọi mô-men thứ cấp thành phần trên đơn vị diện tích, nói cách khác là độ cứng trên đơn vị diện tích. Bán kính quay (r) là biến dạng hình học cụ thể của mặt cắt ngang dầm phụ thuộc vào sự thay đổi chiều rộng và độ dày của gờ trên của dầm và chiều cao của dầm. Đối với cầu đường bộ, trong phạm vi sai nhịp từ 27-60 m, và đối với cầu đường sắt, trong phạm vi sai nhịp từ 25-40 m, mặt cắt ngang có giá trị độ cứng trên đơn vị diện tích là 95% hoặc cao hơn giá trị tối đa được tính toán theo sự thay đổi gờ trên được thiết lập theo mặt cắt ngang được tối ưu hóa. Hơn nữa, các điều kiện sau đây thỏa mãn các tính toán giá trị tối ưu của ứng lực tác dụng gây ra bởi lực thành phần tương ứng với các bước xây dựng áp dụng cho dầm PSC chữ I để làm cầu.

Thứ nhất, phần giữa của nhịp dầm, cụ thể là vị trí tương ứng với 1/2 sai nhịp L, có mặt cắt ngang được tạo ra như vậy để ứng lực tác dụng lên đáy dầm gần bằng ứng lực nén cho phép tối đa trong nhóm bước xây dựng thứ nhất gồm gia công thanh gia cố, lắp ráp, lắp khuôn, đúc bê tông và đóng rắn, và đưa vào lực căng trong bãi đúc bê tông, mặt cắt ngang thỏa mãn phương trình sau:

$$(f_c)_{1/2, \text{đáy}}^{1st} \leq \alpha_1 \cdot f_{ci}$$

$(f_c)_{1/2, \text{đáy}}^{1st}$: ứng lực được áp dụng của bê tông đáy ở phần giữa của nhịp dầm (vị trí tương ứng với 1/2 sai nhịp L) trong nhóm bước xây dựng thứ nhất

$f_{ci} : \beta_1 \cdot f_{ck}$: sức bền bê tông non

β_1 : hệ số làm giảm (0,8) sức bền tiêu chuẩn thiết kế bê tông được đóng rắn sau 28 ngày

f_{ck} : sức bền tiêu chuẩn thiết kế bê tông được đóng rắn sau 28 ngày

α_1 : hệ số làm giảm sức bền bê tông non

(đối với tiêu chuẩn thiết kế cầu đường bộ (2010), 0,6/ đối với tiêu chuẩn thiết kế cầu đường sắt (2011), 0,55)

Nhóm bước xây dựng thứ hai gồm tải dầm lên xe vận chuyển, vận chuyển dầm, đặt dầm và kết nối dầm. Nhóm bước xây dựng thứ ba gồm lắp ráp thanh gia cố và đúc bê tông và đóng rắn. Nhóm bước xây dựng thứ tư gồm đưa vào lực căng bổ sung. Nhóm bước xây dựng thứ năm gồm áp tải trọng chết bổ sung (gắn hàng rào bảo vệ, ốp lát, lắp đặt đường sắt, v.v...), hoàn thiện kết cấu cầu, và áp tải trọng của xe. Đối với đỉnh dầm, ứng lực áp dụng được tích lũy cuối cùng của dầm từ nhóm bước xây dựng thứ nhất đến nhóm bước xây dựng thứ năm được diễn giải như sau:

$$(f_c)_{1/2, \text{đáy}}^{5st} \leq \alpha_2 \cdot (\alpha_3 \cdot f_{ck})$$

$(f_c)_{1/2, \text{đáy}}^{5st}$: ứng lực áp dụng được tích lũy của bê tông đỉnh ở phần giữa của nhịp dầm (vị trí tương ứng với 1/2 sải nhịp L) từ nhóm bước xây dựng thứ nhất đến nhóm bước xây dựng thứ năm.

α_2 : hệ số (0,88 đến 0,90) để xác định phạm vi áp ứng lực tác động thực

α_3 : hệ số làm giảm sức bền cuối cùng của phần nén bê tông (hệ số tính toán ứng lực cho phép, đối với tiêu chuẩn thiết kế cầu đường bộ (2010), 0,45/ đối với tiêu chuẩn thiết kế cầu đường sắt (2011), 0.40).

Đối với dầm, ứng lực áp dụng được tích lũy của dầm từ nhóm bước xây dựng thứ nhất đến nhóm xây dựng thứ năm được diễn giải như sau:

$$(f_c)_{1/2, \text{đáy}}^{5st} \geq (\alpha_4 \cdot f_{ck}) \text{ hoặc } 0$$

$(f_c)_{1/2, \text{đáy}}^{5st}$: ứng lực áp dụng được tích lũy của bê tông đáy ở phần giữa của nhịp dầm (vị trí tương ứng với 1/2 sải nhịp L) từ nhóm bước xây dựng thứ nhất đến nhóm bước xây dựng thứ năm

α_4 : hệ số làm giảm sức bền cuối cùng của phần kéo bê tông (hệ số tính toán ứng lực cho phép, đối với tiêu chuẩn thiết kế cầu đường bộ (2010), 0,25 / đối với tiêu chuẩn thiết kế cầu đường sắt (2011), 0).

Thứ hai, tại vị trí trên dầm tương ứng với 1/4 sải nhịp L, ứng lực được áp dụng của đáy dầm trong nhóm bước xây dựng thứ nhất được diễn giải như sau:

$$(f_c)_{1/4, \text{đáy}}^{1st} \leq \alpha_1 \cdot f_{ci}$$

$(f_c)_{1/4, \text{đáy}}^{5st}$: ứng lực được áp dụng của đáy dầm tại vị trí tương ứng với 1/4 sải nhịp L của dầm trong nhóm bước xây dựng thứ nhất.

Đáp ứng các điều kiện trên, dầm PSC chữ I theo sáng chế là dầm có mặt cắt ngang được tối ưu hóa.

Như được mô tả ở trên, ứng lực tác dụng được tính bằng lực thành phần đối với các bước xây dựng tương ứng. Lực thành phần được thay đổi phụ thuộc vào hình dạng mặt cắt ngang dầm, chiều dài dầm, phương pháp phân tích hình dạng

hàng đơn của dầm theo chiều dọc cho cầu trong nhóm bước xây dựng thứ nhất, nhóm bước xây dựng thứ hai và nhóm bước xây dựng thứ ba, phân tích nhóm bước xây dựng thứ tư và nhóm bước xây dựng thứ năm bị ảnh hưởng bởi số lượng dầm theo chiều ngang của cầu, v.v... Từ đó, hình dạng mặt cắt tối ưu của dầm và số lượng dầm được bố trí theo chiều ngang của cầu được xác định.

Hơn nữa, trong quá trình tạo thành mặt cắt được tối ưu hóa của dầm thỏa mãn các điều kiện trên theo chiều dọc của dầm, được trình bày là phương pháp làm tăng lực kháng mặt cắt ngang tại vị trí phát sinh lực thành phần tối đa xung quanh phần giữa dầm bằng cách thay đổi độ dày của gờ trên ở phần từ giữa dầm theo chiều dọc đến hai điểm đối diện nhau tương ứng với $1/4$ dải nhịp L , tức là bằng cách thay đổi độ dày của gờ trên một phần ($1/2L$) của dầm thay vì cả phần từ đầu thứ nhất của dầm đến điểm cách đầu thứ nhất một khoảng $1/4$ dải nhịp L và phần từ đầu thứ hai đến điểm cách đầu thứ hai một khoảng $1/4$ dải nhịp L . Qua đó, mặt cắt ngang và mặt cắt dọc của dầm để làm cầu có thể được tối ưu hóa.

Cụ thể, đối với sự thay đổi độ dày của gờ trên, gờ trên ở đầu thứ nhất và đầu thứ hai của dầm mỏng hơn phần giữa của dầm. Nói cách khác, gờ trên ở phần giữa, tức là phần từ giữa dầm theo chiều dọc của dầm đến hai điểm đối diện nhau tương ứng với $1/4$ dải nhịp L của dầm, là tương đối dày.

Hai phương pháp được đề cập ở trên được đề xuất như là cách xác định mặt cắt ngang được tối ưu hóa ba chiều của dầm gồm mặt cắt ngang của dầm được xác định trên hai trục, trục khác theo chiều dọc của dầm, v.v... Hơn nữa để đảm bảo độ ổn định và an toàn kết cấu trong suốt quá trình xây dựng bao gồm sản xuất, vận chuyển và lắp đặt dầm, để tránh sự cố lún xảy ra trong quá trình sản xuất và lắp đặt dầm do trọng tâm của dầm bị di chuyển lên trên bởi vì gờ trên rộng, khối chặn con lăn ngược B có chức năng như dầm ngang nhô ra theo chiều ngang ở hai đầu đối diện của dầm G. Khối chặn con lăn ngược B là khối đa năng được gắn với dầm ngang được xây dựng giữa các dầm theo chiều dọc sau khi dầm được lắp đặt trên mô cầu hoặc trụ cầu, do đó nâng cao độ an toàn khi xây dựng dầm và độ ổn định kết cấu của dầm.

Theo dầm PSC chữ I cho cầu đường bộ hoặc cầu đường sắt với mặt cắt ngang được tối ưu hóa được xây dựng như đề cập ở trên và phương pháp thiết kế dầm PSC chữ I theo sáng chế, dầm PSC chữ I có mặt cắt ngang và mặt cắt dọc được tối ưu hóa. Ngoài ra, đối với cầu sử dụng dầm PSC chữ I theo sáng chế, số dầm tương ứng theo chiều dọc có thể được giảm thiểu, theo đó cầu có thể được xây dựng tối ưu về chi phí xây dựng.

Trong khi đó, dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa theo sáng chế, đối với dầm PSC chữ I cầu đường bộ, dải nhịp dao động từ 27,00-60,00 m. Đối với dầm PSC chữ I cầu, dải nhịp dao động từ 25,00-40,00 m. Về chi tiết kỹ thuật dạng hình học của gờ dưới, chiều rộng của gờ dưới ở hai đầu đối diện nhau của dầm dao động từ 0,80-1,2 m, và độ dày của chúng dao động từ 0,18-0,2 m, và độ dày sườn gờ dưới dao động từ 0,22-0,25 m.

Dữ liệu sau đây cho thấy kết quả phân tích sáng chế được xây dựng với dải nhịp được chia nhỏ để áp dụng cho cầu.

Đối với cầu đường bộ, dải nhịp được chia thành bảy loại. Đối với cầu đường sắt, dải nhịp được chia thành bốn loại.

Trong phân tích cho mỗi dải nhịp, về hình dạng mặt cắt ngang của dầm, chiều rộng và độ dày của gờ trên và lượng thép được sử dụng có thể thay đổi dựa vào gờ dưới có dạng hình học cụ thể đã định ở trên. Khoảng cách giữa các dầm theo chiều ngang của cầu được đặt làm giá trị tối đa được đề xuất trong sáng chế, và giống như ở các phương án thực hiện thiết kế và xây dựng cầu.

① như được minh họa trên Fig.7, đối với dải nhịp dao động từ 27-30 m, thì dầm PSC chữ I có chiều cao dao động từ 1,2-1,4 m với gờ trên có chiều rộng dao động từ 1,3-1,7 m đã được chọn.

Đồ thị trên Fig.7 được vẽ dựa trên dải nhịp 30 m.

Chiều cao dầm được thiết lập trong phạm vi từ 1,2-1,7 m. Gờ dưới của dầm được thiết lập chiều rộng 0,9 m và chiều cao 0,18 m. Chiều rộng của gờ trên thay đổi trong phạm vi từ 1,0-2,5 m và độ dày của gờ trên thay đổi trong phạm vi từ 0,05-0,5 m. Về lượng thép được sử dụng, đối với lượng thép mà lực kéo căng ban đầu được áp dụng trong bãi đúc, bốn ống vỏ, trong mỗi ống có 5-23 dây thép có đường kính 15,2 mm, tức là 5-23 T/ống vỏ được cung cấp trên dầm.

Theo đồ thị, mỗi đường màu xanh (được đánh dấu bởi điểm tam giác) là đường cong bao quanh cho thấy I/A tối đa hoặc mô-men thứ cấp thành phần trên đơn vị diện tích, nói cách khác, độ cứng trên đơn vị diện tích liên quan đến nhịp và chiều cao dầm tương ứng. Các điểm màu đen và đường nối các điểm màu đen là các điểm trên mặt cắt ngang của dầm hoặc đường cong bao quanh nối các điểm thỏa mãn cả trường hợp trong đó ứng lực tác động lên đỉnh và đáy dầm ở bước cuối cùng, tức là từ nhóm bước xây dựng thứ nhất đến nhóm bước xây dựng thứ năm, nhỏ hơn giá trị nhận được bởi α_2 ($=0,88-0,90$) bằng ứng lực cho phép trên mỗi cạnh của mặt cắt ngang được thiết lập theo tiêu chuẩn thiết kế và trường hợp trong đó ứng lực tác động lên đáy dầm ở phần giữa của dầm và phản tương ứng với $1/4$ tải nhịp L của dầm nhỏ hơn ứng lực cho phép trên mỗi cạnh của mặt cắt ngang theo tiêu chuẩn thiết kế hoặc tương tự.

Tuy nhiên, nếu mặt cắt ngang của gờ trên quá lớn, như trong bốn loại trường hợp trên, ứng lực tác dụng có thể quá nhỏ so với ứng lực cho phép. Trường hợp này cũng được thể hiện dưới dạng điểm đen trong đồ thị.

Do đó, như được minh họa trên đồ thị của Fig.7, các điểm mà tại đó tất cả các điều kiện nêu trên được tính toán gần nhất với ứng lực cho phép được lựa chọn và sau đó được thể hiện dưới dạng đường bao (đường bao màu đỏ) lớn hơn điểm đen. Mặt cắt ngang được xác định là mặt cắt ngang được tối ưu hóa được đề xuất trong sáng chế.

Mỗi đường chấm chấm thể hiện các phân kết nối đường của dầm, có chiều cao khác nhau, mà độ dày của gờ trên giống nhau.

Tham khảo đồ thị trên Fig.7, trong trường hợp sai nhịp là 30 m và chiều cao dầm là 1,2 m liên quan đến điểm đen hoặc đường được thể hiện tại vị trí thấp nhất trong đồ thị. Đối với điểm bao màu đỏ, điểm thứ nhất là trường hợp mà chiều rộng của gờ trên là 1,2 m, độ dày của gờ trên là 0,20 m và lượng thép là 14 T. Điểm thứ hai là trường hợp mà chiều rộng gờ trên là 1,5 m, độ dày gờ trên là 0,15 m và lượng thép là 14 T. Điểm thứ ba là trường hợp mà chiều rộng gờ trên là 1,7 m, độ dày gờ trên là 0,10 m và lượng thép là 14 T. Các điểm trên chỉ ra mặt cắt ngang tối ưu hóa cho sai nhịp 30 m.

Mặc dù mặt cắt ngang được xác định ở trên được áp dụng trực tiếp, nhưng cần thiết phải giới hạn việc áp dụng trong phạm vi được xác định trước. Ở đây, sáng chế được giới hạn phạm vi thiết kế bởi phần bóng mờ trên đồ thị.

Cụ thể, đối với sai nhịp 30 m, mặt cắt ngang trong đó chiều cao của dầm dao động từ 1,2-1,4 m và chiều rộng gờ trên dao động từ 1,3-1,7 m được lựa chọn như mặt cắt ngang được áp dụng theo sáng chế.

Các phân tích và mô tả đồ thị sao cho sai nhịp tương ứng tương tự như phân tích và mô tả đồ thị ở trên. Do đó, phần mô tả ở trên sẽ thay thế cho mô tả các đồ thị sau đây.

② như được minh họa trên Fig.8, đối với sai nhịp từ trên 30 m đến 35 m, thì dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa trong đó chiều cao dầm dao động từ 1,5-1,7 m và chiều rộng gờ trên dao động từ 1,3-1,7 m đã được chọn.

③ như được minh họa trên Fig.9, đối với sai nhịp từ trên 35 m đến 40 m, thì dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa trong đó gờ trên từ 1,8-2,0 m và chiều rộng từ 1,4-1,9 m đã được chọn.

④ như được minh họa trên Fig.10, đối với sai nhịp từ trên 40 m đến 45 m, thì dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa trong đó chiều cao dầm từ 2,1-2,3 m và chiều rộng gờ trên từ 1,4-1,9 m đã được chọn.

⑤ như được minh họa trên Fig.11, đối với sai nhịp từ trên 45 m đến 50 m, thì dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa trong đó chiều cao dầm từ 2,4-2,6 m và chiều rộng gờ trên từ 1,5-2,0 m đã được chọn.

⑥ như được minh họa trên Fig.12, đối với sai nhịp từ trên 50 m đến 55 m, thì dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa trong đó chiều cao dầm từ 2,8-3,0 m và chiều rộng gờ trên từ 1,5-2,0 m đã được chọn.

⑦ như được minh họa trên Fig.13, đối với sai nhịp từ trên 55 m đến 60 m, thì dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa trong đó chiều cao dầm từ 3,2-3,4 m và chiều rộng gờ trên từ 1,5-2,0 m đã được chọn.

Dựa trên các dữ liệu phân tích ở trên, phương án mặt cắt ngang của phần giữa dầm cho sai nhịp tương ứng được tóm tắt như sau.

[Bảng 3]

Thông số kỹ thuật của mặt cắt ngang được tối ưu hóa của dầm PSC chữ I cho cầu đường bộ (đơn vị: m)

Sải nhịp (L)	Chiều rộng gờ dưới (b1)	Chiều rộng gờ trên (b2)	Chiều cao dầm (h)	Độ dày của gờ dưới	
				Độ dày gờ (c1)	Độ dày sườn (c2)
27 - 30	0,8 - 1,2	1,3 - 1,7	1,2 - 1,4	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 30 - 35	0,8 - 1,2	1,3 - 1,7	1,5 - 1,7	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 35 - 40	0,8 - 1,2	1,4 - 1,9	1,8 - 2,0	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 40 - 45	0,8 - 1,2	1,4 - 1,9	2,1 - 2,3	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 45 - 50	0,8 - 1,2	1,5 - 2,0	2,4 - 2,6	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 50 - 55	0,8 - 1,2	1,5 - 2,0	2,8 - 3,0	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 55 - 60	0,8 - 1,2	1,5 - 2,0	3,2 - 3,4	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25

Trong khi đó, đối với dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa cho cầu đường sắt theo sáng chế, sải nhịp dao động từ 20,0-40,0 m. Đối với thông số kỹ thuật dạng hình học của gờ dưới, chiều rộng của gờ dưới khác so với hai đầu của dầm dao động trong phạm vi 0,8-1,2 m, độ dày của gờ dưới từ 0,18-0,20 m, và độ dày sườn gờ dưới từ 0,22-0,25 m.

Theo phân tích dầm PSC chữ I để áp dụng cho cầu đường sắt, sải nhịp được phân thành bốn mức theo cách tương tự với phân tích dầm PSC chữ I cho sải nhịp tương ứng.

Trong phân tích cho mỗi sải nhịp, về hình dạng mặt cắt ngang của dầm, chiều rộng và độ dày của gờ trên và lượng thép được sử dụng có thể thay đổi dựa

vào gờ dưới có dạng hình học cụ thể đã định ở trên. Khoảng cách giữa các dầm theo chiều ngang của cầu được đặt làm giá trị tối đa được đề xuất trong sáng chế, và giống như ở các phương án thực hiện thiết kế và xây dựng cầu.

① như được minh họa trên Fig.14, đối với sai nhịp dao động từ trên 35-40 m, thì dầm PSC chữ I cho cầu đường sắt có chiều cao dao động từ 3,4-3,6 m với gờ trên có chiều rộng dao động từ 1,7-2,0 m đã được chọn. Như được minh họa trên Fig.14, mặt cắt ngang được tối ưu hóa theo phân tích tĩnh được chỉ rõ khi chiều cao dầm là 3,2 hoặc 3,3 m và chiều rộng gờ trên dao động từ 1,7-2,0 m.

Tuy nhiên, do đặc điểm của cầu đường sắt, tỉ lệ tải chuyển động, cụ thể là tải của phương tiện giao thông (tải của tàu), so với toàn bộ tải áp lên cầu là khoảng 40%. Tải chuyển động liên tục tác động lên cầu. Do đó, phân tích các đặc tính của tải chuyển động, nói cách khác là đặc tính động, phải được xem xét thêm trong việc xác định mặt cắt ngang cuối cùng của dầm để đảm bảo độ ổn định và an toàn kết cấu. Để áp dụng tỉ lệ sai nhịp so với chiều cao, cụ thể là tỉ lệ sâu-dài được làm rõ để phân tích, theo sáng chế, thì mặt cắt ngang được tối ưu hóa được xác định sao cho khi sai nhịp là 40 m, thì chiều cao dầm dao động trong khoảng 3,4-3,6 m để làm cho tỉ lệ sâu-dài trong khoảng 1/12-1/11 trong việc xem xét các đặc tính động của cầu tại chiều cao dầm tối đa được minh họa ở đồ thị trên.

② như được minh họa trên Fig.15, đối với sai nhịp từ trên 30-35 m, sử dụng cùng phương pháp phân tích như sai nhịp 40 m, thì dầm PSC chữ I có chiều cao từ 2,9-3,1 m và gờ trên từ 1,7-2,0 m được chọn làm dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa cho cầu đường sắt.

③ như được minh họa trên Fig.16, đối với sai nhịp từ trên 25-30 m, sử dụng cùng phương pháp phân tích như sai nhịp 40 m, thì dầm PSC chữ I có chiều cao từ 2,5-2,7 m và gờ trên từ 1,7-2,0 m được chọn làm dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa cho cầu đường sắt.

④ như được minh họa trên Fig.17, đối với sai nhịp từ trên 20-25 m, sử dụng cùng phương pháp phân tích như sai nhịp 40 m, thì dầm PSC chữ I có chiều cao từ

2,1-2,3 m và gờ trên từ 1,7-2,0 m được chọn làm dầm PSC chữ I với mặt cắt ngang được tối ưu hóa cho cầu đường sắt.

Dựa trên các dữ liệu phân tích ở trên, phương án mặt cắt ngang của phần giữa dầm cho tải nhịp tương ứng được tóm tắt như sau.

[Bảng 4]

Thông số kỹ thuật của mặt cắt ngang được tối ưu hóa của dầm PSC chữ I cho cầu đường sắt (đơn vị: m)

Sải nhịp (L)	Chiều rộng gờ dưới (b1)	Chiều rộng gờ trên (b2)	Chiều cao dầm (h)	Độ dày của gờ dưới	
				Độ dày gờ (c1)	Độ dày sườn (c2)
20 - 25	0,8 - 1,2	1,7 - 2,0	2,1 - 2,3	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 25 - 30	0,8 - 1,2	1,7 - 2,0	2,5 - 2,7	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 30 - 35	0,8 - 1,2	1,7 - 2,0	2,9 - 3,1	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 35 - 40	0,8 - 1,2	1,7 - 2,0	3,4 - 3,6	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25

Mặt cắt ngang dầm PSC chữ I cho cầu đường bộ và cầu đường sắt được đề cập ở trên gắn liền với phương án thực hiện minh họa kết cấu mặt cắt ngang của dầm trên mặt phẳng hai chiều, nói theo cách khác là mặt phẳng cắt ngang dầm. Mặt cắt ngang dầm được minh họa trong phương án thực hiện có thể được áp dụng đối với mặt cắt ngang theo chiều dọc của dầm như sau.

Gờ trên của dầm được đặc trưng bởi mặt dưới của phần gờ trên từ giữa dầm theo chiều dọc đến các điểm tương ứng cách hai đầu đối diện nhau của dầm một khoảng $1/4$ sải nhịp L của dầm dày hơn các phần khác.

Phần giữa dầm tương ứng với 50% chiều dài toàn bộ dầm là phần có vị trí chịu tác động bởi lực thành phần lớn nhất, cụ thể là mô-men tĩnh lớn nhất trên cầu đơn hoặc cầu liên tục. Do đó, tốt nhất là mặt cắt ngang của dầm được cấu hình để

phần giữa dầm có lực kháng tương đối cao nhất trong khi các phần khác của dầm được cấu hình như phổ biến. Đây là đặc trưng thứ hai của sáng chế.

Đặc trưng thứ hai sẽ được giải thích chi tiết dưới đây có tham khảo các phương án thực hiện. Như được minh họa trên Fig.18, đối với sải nhịp 50 m, dầm được cấu hình sao cho độ dày của toàn bộ gờ trên được xác định là giá trị cụ thể, và độ dày của phần mở rộng độ dài được xác định trước từ giữa dầm về phía hai đầu đối diện nhau của dầm được tăng lên, hoặc độ dày của phần mở rộng độ dài được xác định trước từ mỗi đầu của dầm về phía giữa dầm được giảm xuống.

Liên quan đến lực thành phần ($M_{c,0}$) giữa dầm, lực thành phần (M_c') được phát sinh ở giữa dầm phụ thuộc vào vị trí trên gờ trên trong đó độ dày thay đổi được gọi là tỉ lệ mô-men ($M_c'/M_{c,0}$). Tỉ lệ mô-men được minh họa trên đồ thị của Fig.18.

Phân tích chi tiết của đồ thị trên Fig.18 như sau.

Trong trường hợp thứ nhất, độ dày của gờ trên được cho rằng không đổi trên toàn bộ sải nhịp, nếu độ dày của gờ trên ở hai đầu đối diện theo chiều dọc của dầm bị giảm 30-50%, thì lực thành phần ở phần giữa dầm cũng giảm do sự giảm trọng lượng của dầm.

Nếu phần gờ trên của dầm bị giảm độ dày kéo dài từ mỗi đầu của dầm đến vị trí tương ứng 1/4 chiều dài của dầm, thì lực thành phần giảm 3,5%, như được minh họa trên đồ thị, theo đó ứng lực tác động ở phần giữa dầm giảm.

Tuy nhiên, khi xem xét trong thực tế, mặt cắt ngang được tối ưu hóa thỏa mãn tất cả bốn điều kiện được đề xuất trong trường hợp thứ nhất là mặt cắt ngang tiệm cận điểm tới hạn ứng lực cho phép nếu phần gờ trên giảm độ dày từ mỗi đầu của dầm đến vị trí tương ứng 1/4 độ dài của dầm, mô-men thứ cấp thành phần đại diện cho sức bền mặt cắt có thể bị giảm ở vị trí tương ứng với 1/4L, và ứng lực tác dụng có thể vượt quá ứng lực cho phép. Vì vậy, trong trường hợp thứ hai, độ dày phần gờ trên có thể được điều chỉnh được giới hạn phần mở rộng từ mỗi đầu của gờ đến vị trí tương ứng 1/4 L về phía giữa dầm.

Phương án thực hiện của sáng chế đã được minh họa để xác định mặt cắt ngang được tối ưu hóa theo mặt phẳng mặt cắt ngang theo chiều dọc của dầm và tạo thành dạng hình học cụ thể để đảm bảo độ ổn định kết cấu và xây dựng trong quá trình sản xuất, vận chuyển và lắp đặt dầm.

Như được mô tả ở trên, trên mặt cắt ngang dầm theo sáng chế, trọng tâm của dầm thiên lệch về gờ trên do chiều rộng tương đối rộng của gờ trên. Hơn nữa, chiều rộng của gờ dưới của dầm có vai trò như bề mặt phòng lặn trong suốt quá trình sản xuất hoặc lắp đặt là tương đối nhỏ, cụ thể là khoảng 0,8-1,2 m.

Do đó, dầm theo sáng chế đòi hỏi độ ổn định thỏa đáng để ngăn ngừa sự cố lặn dầm. Để đạt được mục tiêu trên, khối chặn con lặn ngược B có chức năng như dầm ngang được đúc nguyên khối từ hai đầu đối diện của dầm G theo hướng của dầm ngang. Khối chặn con lặn ngược B là khối đa năng được gắn với dầm ngang được xây dựng giữa các dầm theo chiều ngang sau khi dầm được lắp đặt trên móng cầu hoặc trụ cầu, từ đó nâng cao độ an toàn trong xây dựng dầm và độ ổn định kết cấu dầm.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Dầm bê tông dự ứng lực (PSC) chữ I với mặt cắt ngang cho cầu đường bộ gồm:

gờ dưới có các thông số hình học gồm chiều rộng dao động từ 0,8-1,2 m, độ dày dao động từ 0,18-0,20 m và độ dày sườn dao động từ 0,22-0,25 m; và

gờ trên được cấu hình sao cho độ dày của gờ trên ở phần dầm kéo dài từ giữa (theo chiều dọc) dầm về phía hai đầu dầm đến điểm cách giữa dầm một khoảng $1/4$ sải nhịp L lớn hơn độ dày của gờ trên ở phần dầm kéo dài từ hai đầu của dầm đến điểm cách giữa dầm một khoảng bằng $1/4L$,

trong đó $r^2 = \frac{I}{A}$ là giá trị bình phương bán kính quay (r), trong đó $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$,

và liên quan đến mô-men thứ cấp thành phần trên đơn vị diện tích tức là độ cứng trên đơn vị diện tích, bán kính quay (r) là tham biến cụ thể dạng hình học mặt cắt ngang của dầm phụ thuộc vào sự thay đổi chiều rộng và độ dày của gờ trên và chiều cao của dầm,

trong phạm vi sải nhịp từ 27-60 m; mặt cắt ngang của dầm là mặt cắt ngang được tối ưu hóa, trong đó giá trị độ cứng trên đơn vị diện tích là 95% hoặc hơn giá trị tối đa được tính toán theo sự thay đổi của gờ trên.

2. Dầm bê tông dự ứng lực (PSC) chữ I với mặt cắt ngang cho cầu đường sắt, bao gồm:

gờ dưới có các thông số hình học gồm chiều rộng dao động từ 0,8-1,2 m, độ dày dao động từ 0,18-0,20 m và độ dày sườn dao động từ 0,22-0,25 m; và

gờ trên được cấu hình sao cho độ dày của gờ trên ở phần dầm kéo dài từ giữa (theo chiều dọc) dầm về phía hai đầu dầm đến điểm cách giữa dầm một khoảng $1/4$ sải nhịp L lớn hơn độ dày của gờ trên ở phần dầm kéo dài từ hai đầu của dầm đến điểm cách giữa dầm một khoảng bằng $1/4L$,

trong đó khi $r^2 = \frac{I}{A}$ là giá trị bình phương bán kính quay (r), trong đó $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$, và liên quan đến mô-men thứ cấp thành phần trên đơn vị diện tích tức là độ cứng trên đơn vị diện tích, bán kính quay (r) là tham biến cụ thể dạng hình học mặt cắt ngang của dầm phụ thuộc vào sự thay đổi chiều rộng và độ dày của gờ trên và chiều cao của dầm,

trong phạm vi sai nhịp từ 25-40 m; mặt cắt ngang của dầm là mặt cắt ngang được tối ưu hóa, trong đó giá trị độ cứng trên đơn vị diện tích là 95% hoặc hơn giá trị tối đa được tính toán theo sự thay đổi của gờ trên, và tỉ lệ sâu-dài của dầm dao động từ 1/12 đến 1/11.

3. Dầm PSC theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó theo tính toán, giá trị tối ưu hóa của ứng lực được áp dụng gây ra bởi lực thành phần đối với bước xây dựng tương ứng được áp dụng cho dầm PSC chữ I, phần giữa của nhịp dầm là vị trí tương ứng với 1/2 sai nhịp L có thể có mặt cắt ngang mà ứng lực tác dụng lên đáy dầm gần bằng ứng lực nén tối đa cho phép trong nhóm bước xây dựng thứ nhất bao gồm gia công thanh gia cố, lắp ráp, lắp khuôn, đúc bê tông và đóng rắn, và đưa vào lực kéo trong bãi đúc bê tông, mặt cắt ngang thỏa mãn phương trình sau:

$$(f_c)_{1/2, \text{đáy}}^{1st} \leq \alpha_1 \cdot f_{ci}$$

$(f_c)_{1/2, \text{đáy}}^{1st}$: ứng lực được áp dụng của bê tông đáy ở phần giữa của nhịp dầm trong nhóm bước xây dựng thứ nhất

$f_{ci} : \beta_1 \cdot f_{ck}$: sức bền bê tông non

β_1 : hệ số làm giảm sức bền tiêu chuẩn thiết kế bê tông được đóng rắn sau 28 ngày

f_{ck} : sức bền tiêu chuẩn thiết kế bê tông được đóng rắn sau 28 ngày

α_1 : hệ số làm giảm sức bền bê tông non

nhóm bước xây dựng thứ hai gồm tải dầm lên xe vận chuyển, vận chuyển dầm, đặt dầm và kết nối dầm,

nhóm bước xây dựng thứ ba gồm lắp ráp thanh gia cố và đúc bê tông và đóng rắn,

nhóm bước xây dựng thứ tư gồm đưa vào lực căng bổ sung,

nhóm bước xây dựng thứ năm gồm áp tải trọng chết bổ sung hoàn thiện kết cấu cầu, và áp tải trọng của xe,

đối với đỉnh của dầm, ứng lực áp dụng được tích lũy cuối cùng của dầm từ nhóm bước xây dựng thứ nhất đến nhóm bước xây dựng thứ năm thỏa mãn phương trình sau:

$$(f_c)_{1/2, \text{chóp}}^{5st} \leq \alpha_2 \cdot (\alpha_3 \cdot f_{ck})$$

$(f_c)_{1/2, \text{chóp}}^{5st}$: ứng lực áp dụng được tích lũy của bê tông đỉnh ở phần giữa của nhịp dầm từ nhóm bước xây dựng thứ nhất đến nhóm bước xây dựng thứ năm

α_2 : hệ số để xác định phạm vi áp ứng lực tác động thực

α_3 : hệ số làm giảm sức bền cuối cùng của phần nén bê tông

đối với đáy dầm, ứng lực áp dụng được tích lũy của dầm từ nhóm bước xây dựng thứ nhất đến nhóm bước xây dựng thứ năm thỏa mãn phương trình sau:

$$(f_c)_{1/2, \text{đáy}}^{5st} \geq (\alpha_4 \cdot f_{ck}) \text{ hoặc } 0$$

$(f_c)_{1/2, \text{đáy}}^{5st}$: ứng lực áp dụng được tích lũy của bê tông đáy ở phần giữa của nhịp dầm từ nhóm bước xây dựng thứ nhất đến nhóm bước xây dựng thứ năm

α_4 : hệ số làm giảm sức bền cuối cùng của phần kéo bê tông, và

tại vị trí trên dầm tương ứng với 1/4 sải nhịp L, ứng lực được áp dụng của đáy dầm trong bước xây dựng thứ nhất thỏa mãn phương trình sau:

$$(f_c)_{1/4, \text{đáy}}^{1st} \leq \alpha_1 \cdot f_{ci}$$

$(f_c)_{1/4, \text{đáy}}^{5st}$: ứng lực được áp dụng của đáy dầm tại vị trí tương ứng với 1/4 sải nhịp L của dầm trong nhóm bước xây dựng thứ nhất.

4. Dầm PSC theo điểm 3, trong đó hệ số làm giảm sức bền tiêu chuẩn thiết kế bê tông được đóng rắn sau 28 ngày bằng 0,8.

5. Dầm PSC theo điểm 3, trong đó tải trọng chết bổ sung là gán hàng rào bảo vệ, ốp lát hoặc lắp đặt đường ray sắt.

6. Dầm PSC theo điểm 3, trong đó hệ số để xác định phạm vi áp ứng lực tác động thực nằm trong khoảng từ 0,88 đến 0,90.

7. Dầm PSC theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó khối chặn con lăn ngược được đúc nguyên khối trên từng mặt bên đối diện nhau ở phần dưới của hai đầu đối diện nhau của dầm PSC chữ I, khối chặn con lăn ngược có chức năng như dầm ngang.

8. Dầm PSC theo điểm 1, trong đó thông số kỹ thuật mặt cắt ngang của dầm PSC chữ I theo chiều dài cầu đường bộ được làm rõ trong bảng sau [bảng thông số kỹ thuật mặt cắt ngang]

thông số kĩ thuật của mặt cắt ngang của dầm PSC chữ I cho cầu đường bộ
đơn vị: m

Sải nhịp L	Chiều rộng gờ dưới b1	Chiều rộng gờ trên b2	Chiều cao dầm h	Độ dày của gờ dưới	
				Độ dày gờ c1	Độ dày sườn c2
27 - 30	0,8 - 1,2	1,3 - 1,7	1,2 - 1,4	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 30 - 35	0,8 - 1,2	1,3 - 1,7	1,5 - 1,7	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 35 - 40	0,8 - 1,2	1,4 - 1,9	1,8 - 2,0	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 40 - 45	0,8 - 1,2	1,4 - 1,9	2,1 - 2,3	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 45 - 50	0,8 - 1,2	1,5 - 2,0	2,4 - 2,6	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 50 - 55	0,8 - 1,2	1,5 - 2,0	2,8 - 3,0	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 55 - 60	0,8 - 1,2	1,5 - 2,0	3,2 - 3,4	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25

9. Dầm PSC theo điểm 2, trong đó thông số kĩ thuật mặt cắt ngang của dầm PSC chữ I theo chiều dọc cho đường sắt có thể được chỉ rõ trong bảng sau [bảng thông số kĩ thuật mặt cắt ngang]

thông số kĩ thuật mặt cắt ngang dầm PSC chữ I cho cầu đường sắt đơn vị: m

Sải nhịp L	Chiều rộng gờ dưới b1	Chiều rộng gờ trên b2	Chiều cao dầm h	Độ dày của gờ dưới	
				Độ dày gờ c1	Độ dày sườn c2
20 - 25	0,8 - 1,2	1,7 - 2,0	2,1 - 2,3	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 25 - 30	0,8 - 1,2	1,7 - 2,0	2,5 - 2,7	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 30 - 35	0,8 - 1,2	1,7 - 2,0	2,9 - 3,1	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 35 - 40	0,8 - 1,2	1,7 - 2,0	3,4 - 3,6	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25

10. Phương pháp thiết kế dầm bê tông dự ứng lực (PSC) chữ I với mặt cắt ngang cho cầu đường bộ, phương pháp được đặc trưng bởi thiết kế dầm như sau:

gờ dưới có các thông số hình học gồm chiều rộng dao động từ 0,8-1,2 m, độ dày dao động từ 0,18-0,20 m và độ dày sườn dao động từ 0,22 đến 0,25 m;

gờ trên được cấu hình sao cho độ dày của gờ trên ở phần dầm kéo dài từ giữa (theo chiều dọc) dầm về phía hai đầu dầm đến điểm cách giữa dầm một khoảng $1/4$ sải nhịp L lớn hơn độ dày của gờ trên ở phần dầm kéo dài từ mỗi đầu của dầm đến điểm cách giữa dầm một khoảng bằng $1/4 L$; và

khi $r^2 = \frac{I}{A}$ là giá trị bình phương bán kính quay (r), trong đó $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$, và

liên quan đến mô-men thứ cấp thành phần trên đơn vị diện tích tức là độ cứng trên đơn vị diện tích, bán kính quay (r) là tham biến cụ thể dạng hình học của mặt cắt ngang của dầm phụ thuộc vào sự thay đổi chiều rộng và độ dày của gờ trên và chiều cao của dầm,

trong phạm vi sải nhịp từ 27-60 m, mặt cắt ngang của dầm là mặt cắt ngang được tối ưu hóa, trong đó giá trị độ cứng trên đơn vị diện tích là 95% hoặc hơn giá trị tối đa được tính toán theo sự thay đổi của gờ trên.

11. Phương pháp thiết kế dầm bê tông dự ứng lực (PSC) chữ I với mặt cắt ngang cho cầu đường sắt, phương pháp được đặc trưng bởi thiết kế dầm như sau:

gờ dưới có các thông số hình học gồm chiều rộng dao động từ 0,8-1,2 m, độ dày dao động từ 0,18-0,20 m và độ dày sườn dao động từ 0,22-0,25 m;

gờ trên được cấu hình sao cho độ dày của gờ trên ở phần dầm kéo dài từ giữa (theo chiều dọc) dầm về phía hai đầu dầm đến điểm cách giữa dầm một khoảng $1/4$ sải nhịp L lớn hơn độ dày của gờ trên ở phần dầm kéo dài từ hai đầu của dầm đến điểm cách giữa dầm một khoảng bằng $1/4 L$; và

khi $r^2 = \frac{I}{A}$ là giá trị bình phương bán kính quay (r), trong đó $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$, và

liên quan đến mô-men thứ cấp thành phần trên đơn vị diện tích tức là độ cứng trên đơn vị diện tích, bán kính quay (r) là tham biến cụ thể dạng hình học của mặt cắt ngang của dầm phụ thuộc vào sự thay đổi chiều rộng và độ dày của gờ trên và chiều cao của dầm,

trong phạm vi dải nhịp từ 25-40 m, mặt cắt ngang của dầm là mặt cắt ngang được tối ưu hóa, trong đó giá trị độ cứng trên đơn vị diện tích là 95% hoặc hơn giá trị tối đa được tính toán theo sự thay đổi của gờ trên, và tỉ lệ sâu-dài của dầm dao động từ 1/12 đến 1/11.

12. Phương pháp theo điểm 10 hoặc điểm 11, trong đó giá trị được tính toán tối ưu hóa của ứng lực được áp dụng gây ra bởi lực thành phần đối với bước xây dựng tương ứng được áp dụng cho dầm PSC chữ I, phần giữa của nhịp dầm là vị trí tương ứng với 1/2 dải nhịp L có thể có mặt cắt ngang mà ứng lực tác dụng lên đáy dầm gần bằng ứng lực nén tối đa cho phép trong nhóm bước xây dựng thứ nhất bao gồm gia công thanh gia cố, lắp ráp, lắp khuôn, đúc bê tông và đóng rắn, và đưa vào lực căng trong bãi đúc bê tông, mặt cắt ngang thỏa mãn phương trình sau:

$$(f_c)_{1/2, \text{đáy}}^{1st} \leq \alpha_1 \cdot f_{ci}$$

$(f_c)_{1/2, \text{đáy}}^{1st}$: ứng lực được áp dụng của bê tông đáy ở phần giữa của nhịp dầm (vị trí tương ứng với 1/2 dải nhịp L) trong nhóm bước xây dựng thứ nhất

$f_{ci} : \beta_1 \cdot f_{ck}$: sức bền bê tông non

β_1 : hệ số làm giảm sức bền tiêu chuẩn thiết kế của bê tông được đóng rắn sau 28 ngày

f_{ck} : sức bền tiêu chuẩn thiết kế của bê tông được đóng rắn sau 28 ngày

α_1 : hệ số làm giảm sức bền bê tông non

nhóm bước xây dựng thứ hai gồm tải dầm lên xe vận chuyển, vận chuyển dầm, đặt dầm và kết nối dầm,

nhóm bước xây dựng thứ ba gồm lắp ráp thanh gia cố và đúc bê tông và đóng rắn,

nhóm bước xây dựng thứ tư gồm đưa vào lực căng bổ sung,

nhóm bước xây dựng thứ năm gồm áp tải trọng chết bổ sung, hoàn thiện kết cấu cầu, và áp tải trọng của xe,

đối với đỉnh của dầm, ứng lực áp dụng được tích lũy cuối cùng của dầm từ nhóm bước xây dựng thứ nhất đến nhóm bước xây dựng thứ năm thỏa mãn phương trình sau:

$$(f_c)_{1/2, \text{chóp}}^{5st} \leq \alpha_2 \cdot (\alpha_3 \cdot f_{ck})$$

$(f_c)_{1/2, \text{chóp}}^{5st}$: ứng lực áp dụng được tích lũy của bê tông đỉnh ở phần giữa của nhịp dầm từ nhóm bước xây dựng thứ nhất đến nhóm bước xây dựng thứ năm

α_2 : hệ số để xác định phạm vi áp ứng lực tác động thực

α_3 : hệ số làm giảm sức bền cuối cùng của phần nén bê tông,

đối với đáy dầm, ứng lực áp dụng được tích lũy cuối cùng của dầm từ nhóm bước xây dựng thứ nhất đến nhóm xây dựng thứ năm thỏa mãn phương trình sau:

$$(f_c)_{1/2, \text{đáy}}^{5st} \geq (\alpha_4 \cdot f_{ck}) \text{ hoặc } 0$$

$(f_c)_{1/2, \text{đáy}}^{5st}$: ứng lực áp dụng được tích lũy của bê tông đáy ở phần giữa của nhịp dầm từ nhóm bước xây dựng thứ nhất đến nhóm bước xây dựng thứ năm

α_4 : hệ số làm giảm sức bền cuối cùng của phần kéo bê tông, và tại vị trí trên dầm tương ứng với 1/4 sải nhịp L, ứng lực được áp dụng của đáy dầm trong bước xây dựng thứ nhất thỏa mãn phương trình sau:

$$(f_c)_{1/4, \text{đáy}}^{1st} \leq \alpha_1 \cdot f_{ci}$$

$(f_c)_{1/4, \text{đáy}}^{1st}$: ứng lực được áp dụng của đáy dầm tại vị trí tương ứng với 1/4 sải nhịp L của dầm trong nhóm bước xây dựng thứ nhất.

13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó hệ số làm giảm sức bền tiêu chuẩn thiết kế bê tông được đóng rắn sau 28 ngày bằng 0,8.

14. Phương pháp theo điểm 12, trong đó tải trọng chết bổ sung là gắn hàng rào bảo vệ, ốp lát hoặc lắp đặt đường ray sắt.

15. Phương pháp theo điểm 12, trong đó hệ số để xác định phạm vi áp ứng lực tác động thực nằm trong khoảng từ 0,88 đến 0,90.

16. Phương pháp theo điểm 10 hoặc điểm 11, trong đó khối chặn con lăn ngược được đúc nguyên khối trên từng mặt bên đối diện nhau ở phần dưới của hai đầu đối diện nhau của dầm PSC chữ I, khối chặn con lăn ngược có chức năng như dầm ngang.

17. Phương pháp theo điểm 10, trong đó các thông số kỹ thuật mặt cắt ngang của dầm PSC chữ I theo chiều dọc cho cầu đường bộ được chỉ rõ trong bảng sau [bảng thông số kỹ thuật mặt cắt ngang]

thông số kỹ thuật mặt cắt ngang của dầm PSC chữ I cho cầu đường bộ, đơn vị: m

Sải nhịp L	Chiều rộng gờ dưới b1	Chiều rộng gờ trên b2	Chiều cao dầm h	Độ dày của gờ dưới	
				Độ dày gờ c1	Độ dày gờ c1
27 - 30	0,8 - 1,2	1,3 - 1,7	1,2 - 1,4	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 30 - 35	0,8 - 1,2	1,3 - 1,7	1,5 - 1,7	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 35 - 40	0,8 - 1,2	1,4 - 1,9	1,8 - 2,0	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 40 - 45	0,8 - 1,2	1,4 - 1,9	2,1 - 2,3	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 45 - 50	0,8 - 1,2	1,5 - 2,0	2,4 - 2,6	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 50 - 55	0,8 - 1,2	1,5 - 2,0	2,8 - 3,0	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 55 - 60	0,8 - 1,2	1,5 - 2,0	3,2 - 3,4	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25

18. Phương pháp theo điểm 11, trong đó thông số kỹ thuật mặt cắt ngang của dầm PSC chữ I theo chiều dọc cho cầu đường sắt được chỉ rõ trong bảng sau [bảng thông số kỹ thuật mặt cắt ngang]

thông số kỹ thuật mặt cắt ngang của dầm PSC chữ I cho cầu đường sắt, đơn vị: m

Sải nhịp L	Chiều rộng gờ dưới b1	Chiều rộng gờ trên b2	Chiều cao dầm h	Độ dày của gờ dưới	
				Độ dày gờ c1	Độ dày gờ c1
20 - 25	0,8 - 1,2	1,7 - 2,0	2,1 - 2,3	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 25 - 30	0,8 - 1,2	1,7 - 2,0	2,5 - 2,7	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
trên 30 - 35	0,8 - 1,2	1,7 - 2,0	2,9 - 3,1	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25

20996

trên 35 - 40	0,8 - 1,2	1,7 - 2,0	3,4 - 3,6	0,18 - 0,20	0,22 - 0,25
--------------	-----------	-----------	-----------	-------------	-------------

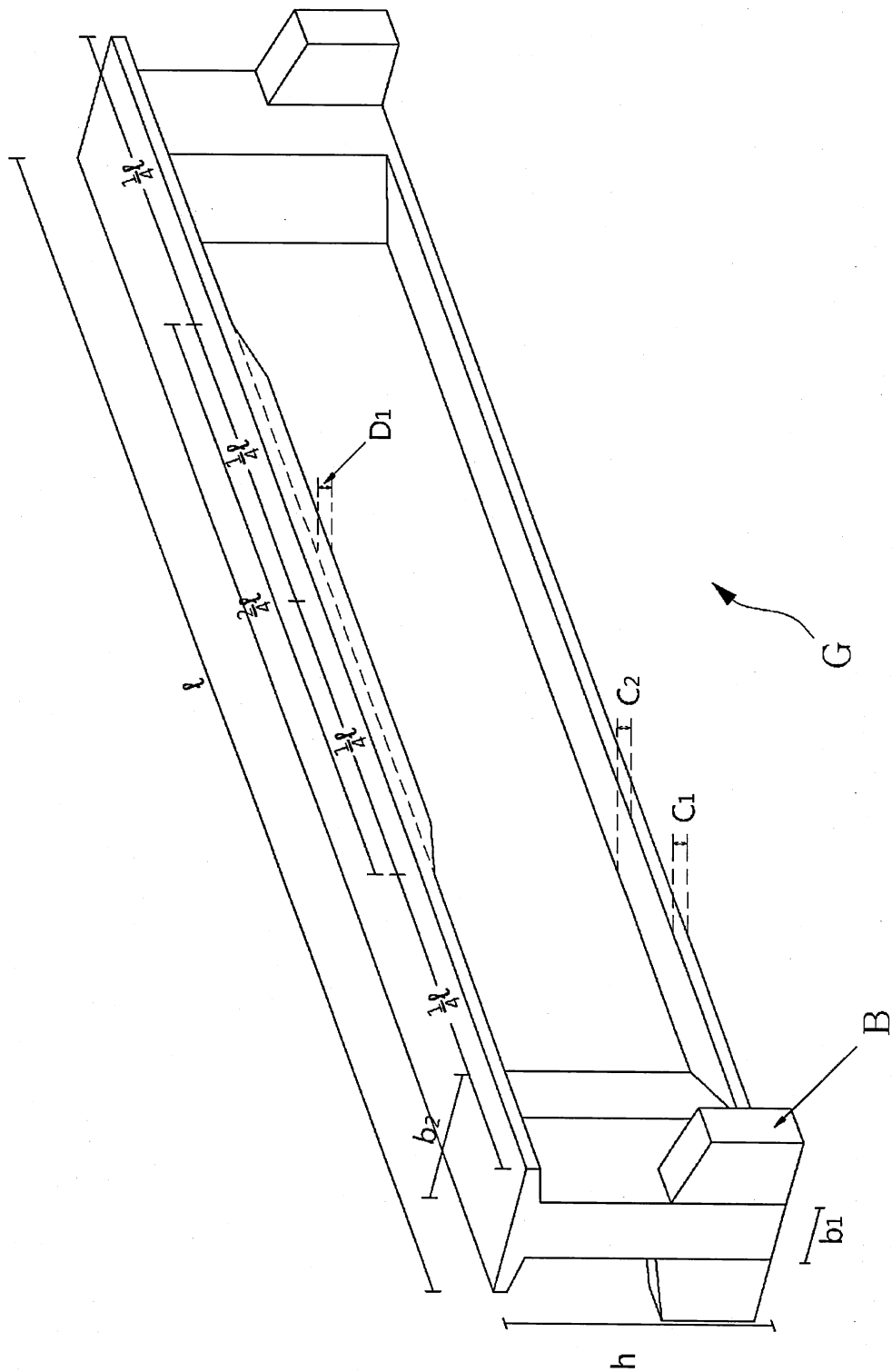


FIG. 1

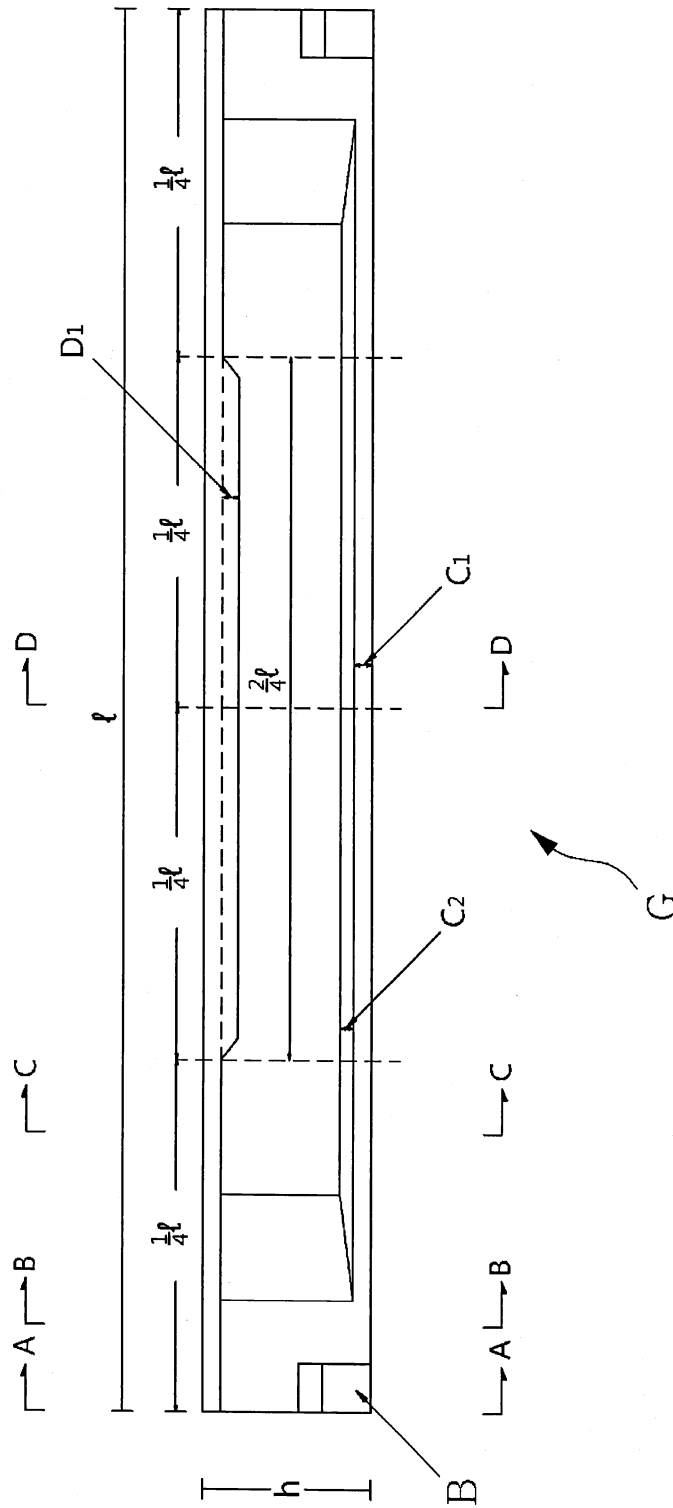


FIG. 2

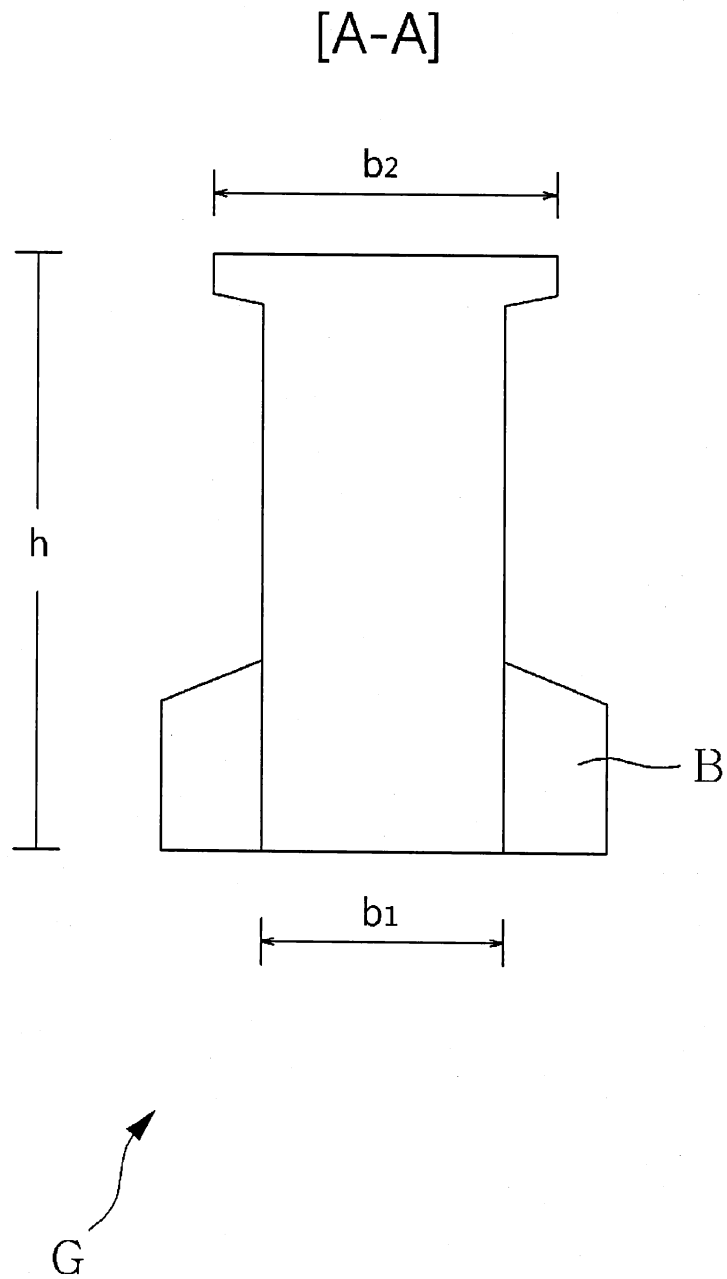


FIG. 3

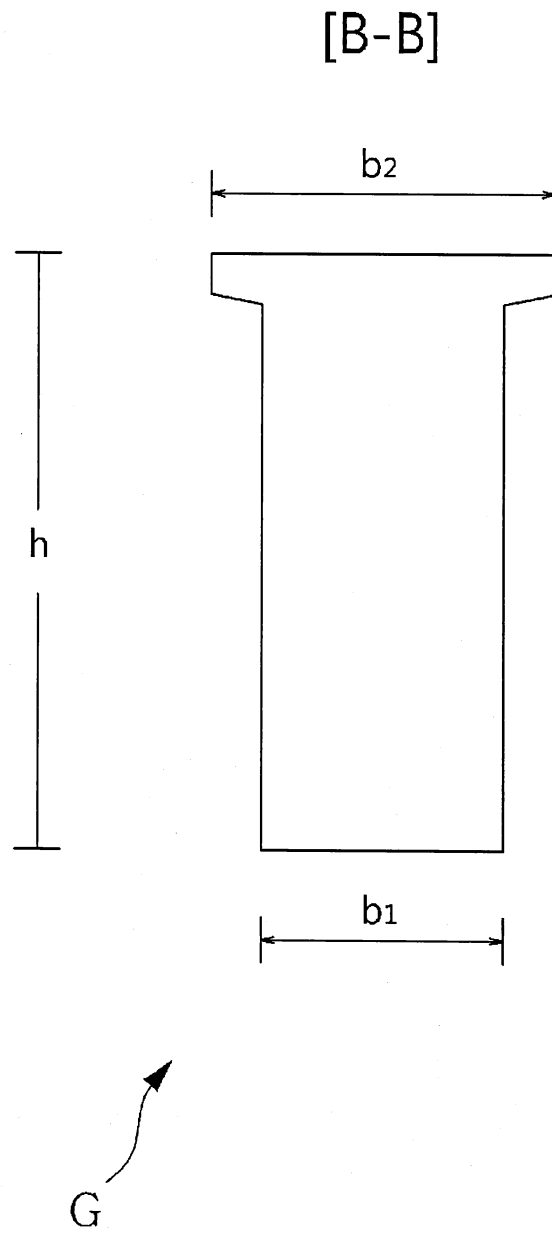


FIG. 4

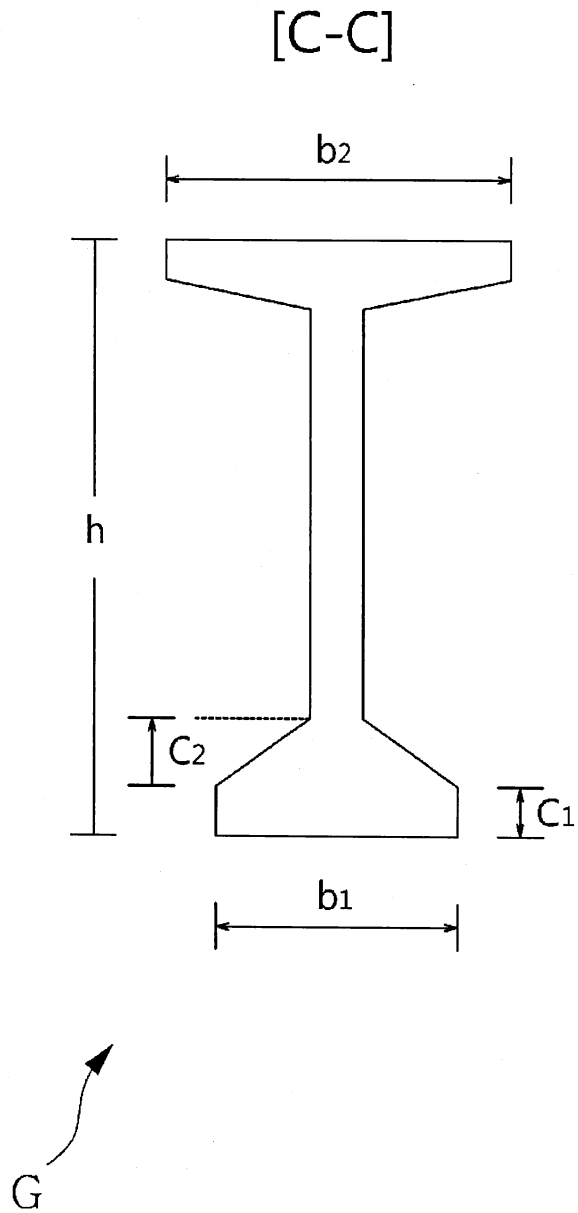


FIG. 5

[D-D]

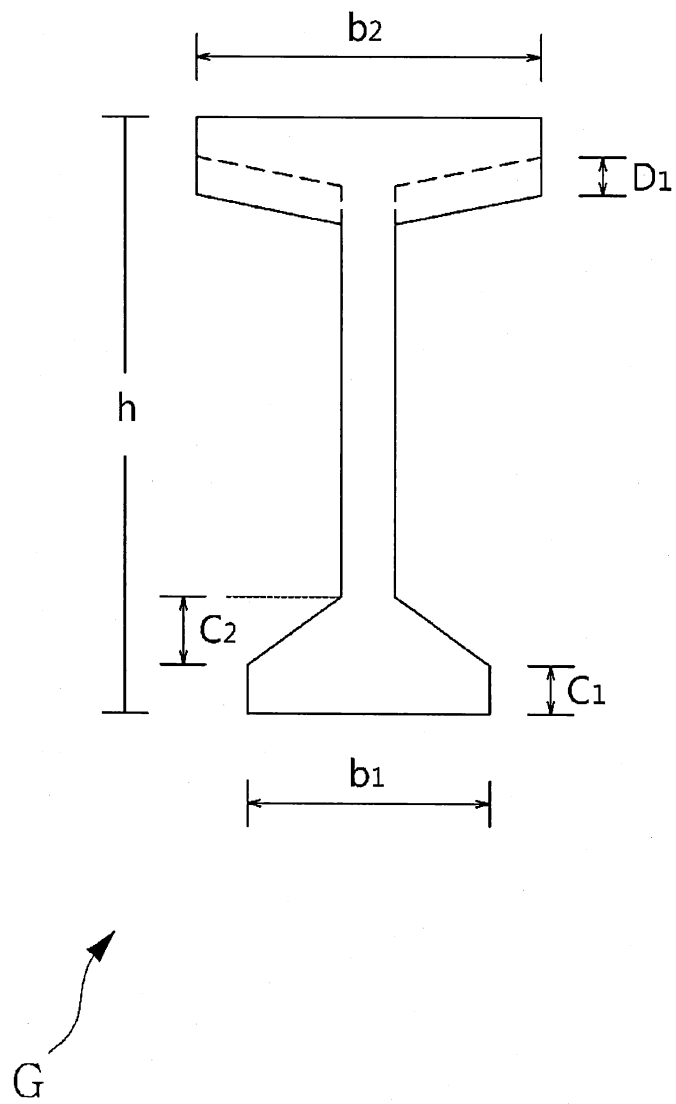


FIG. 6

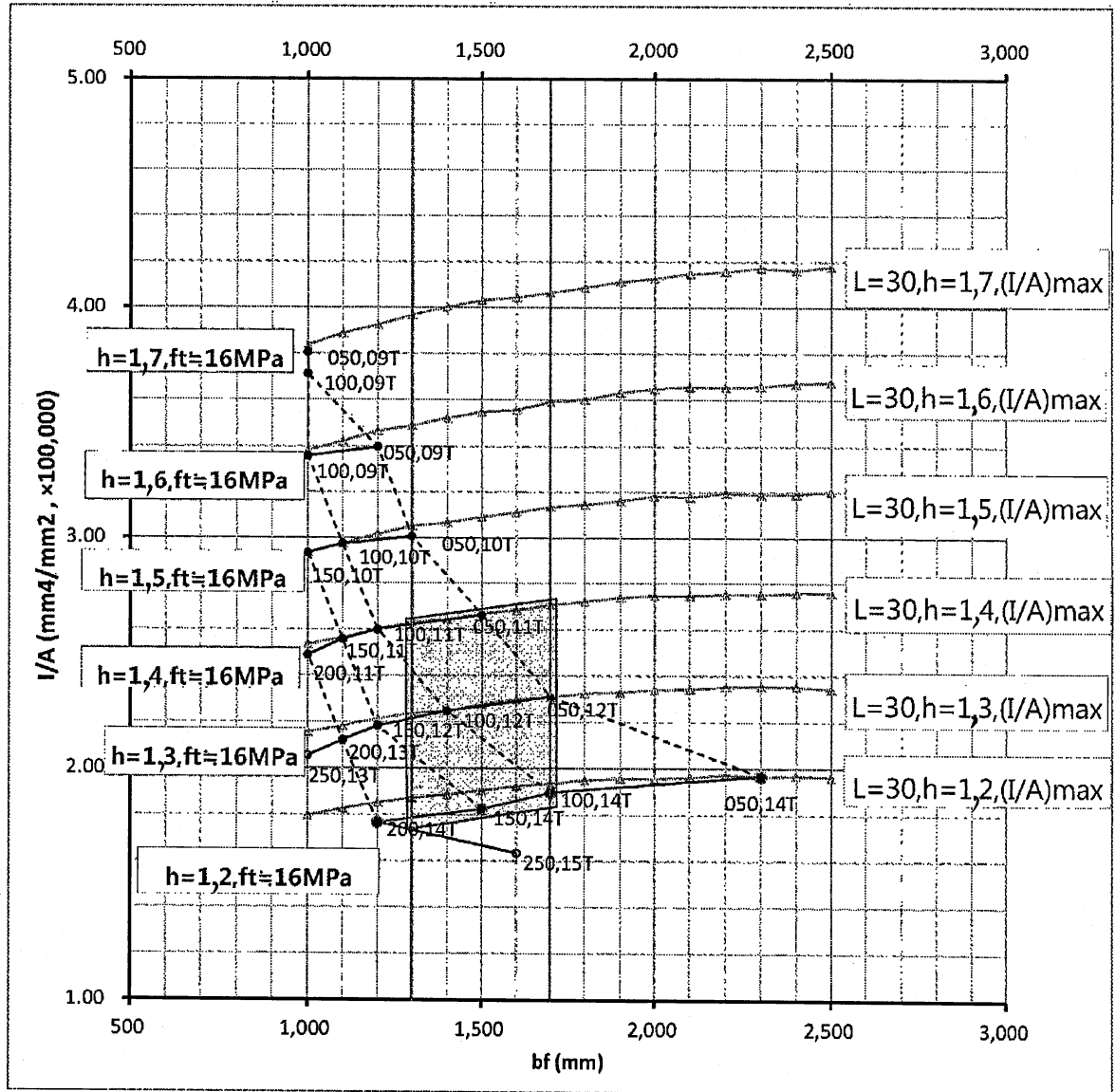


FIG. 7

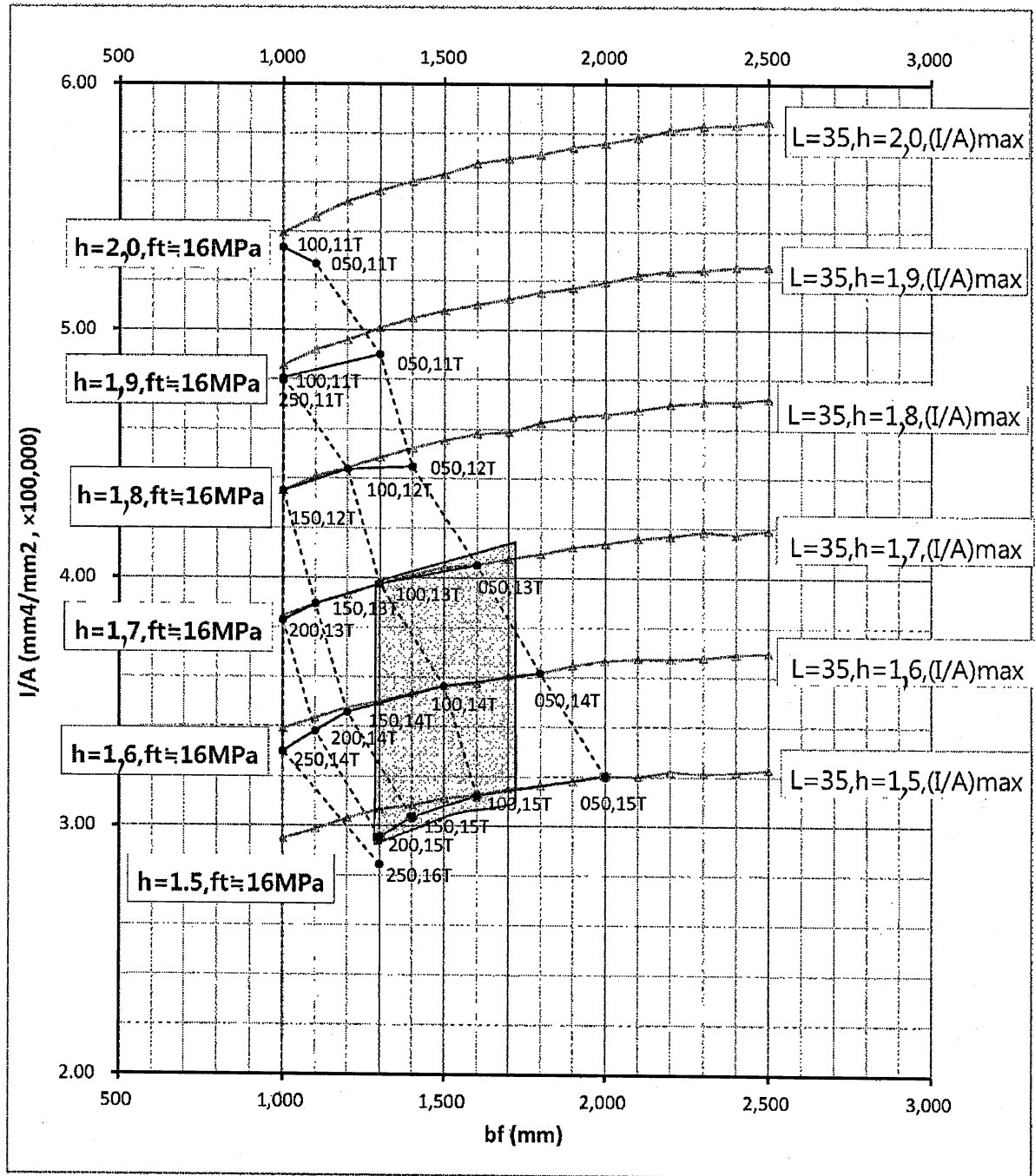


FIG. 8

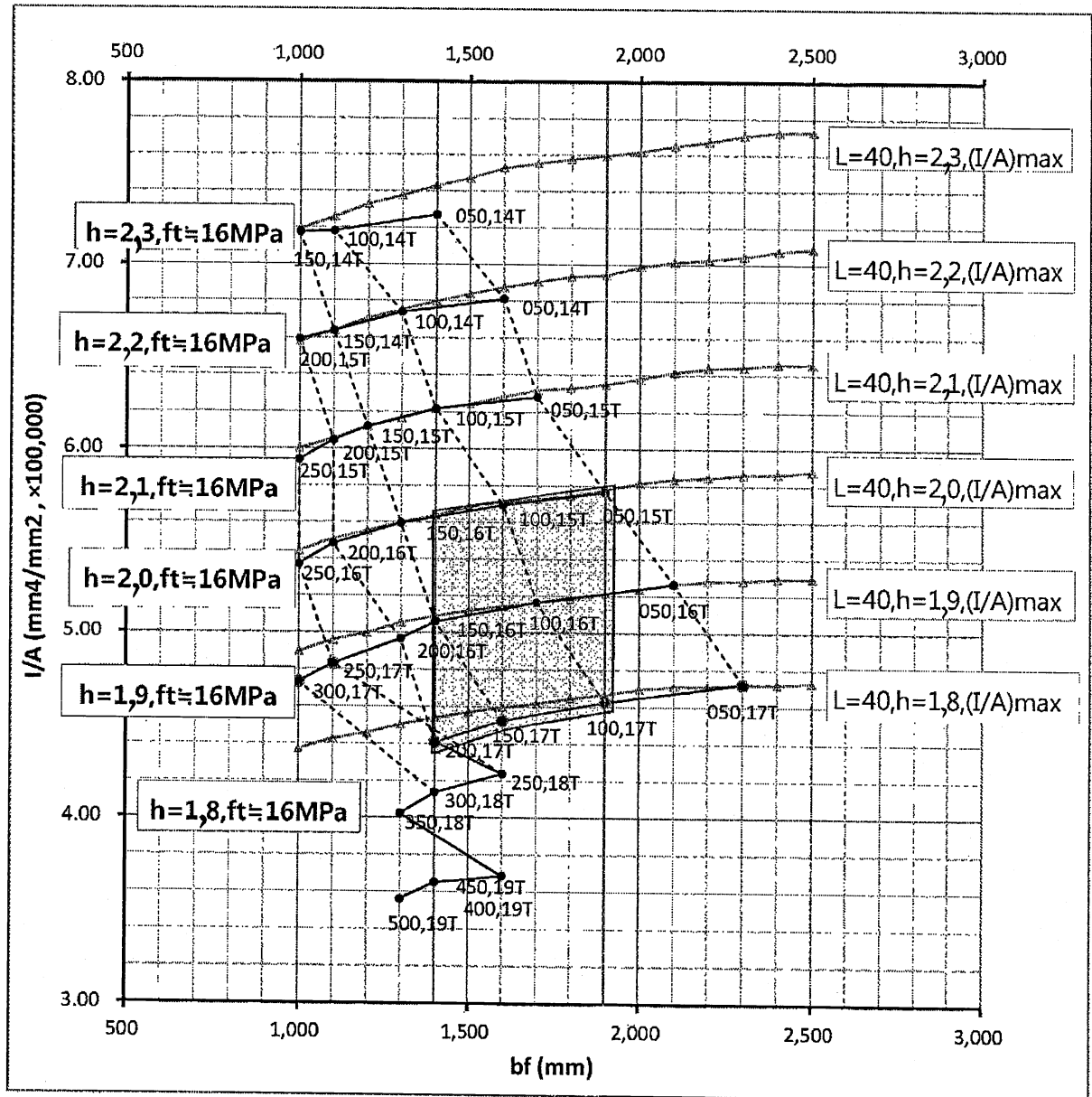


FIG. 9

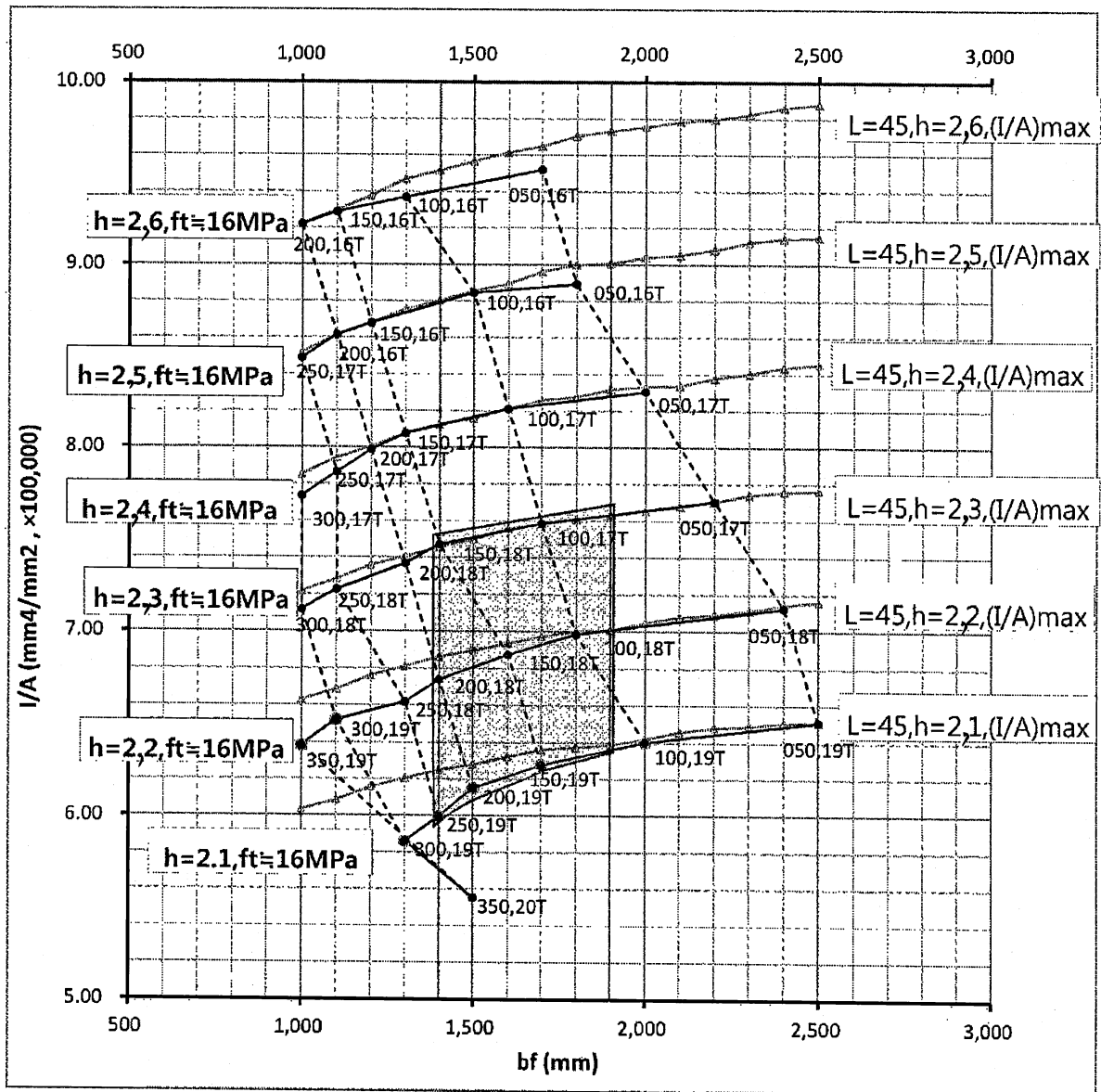


FIG. 10

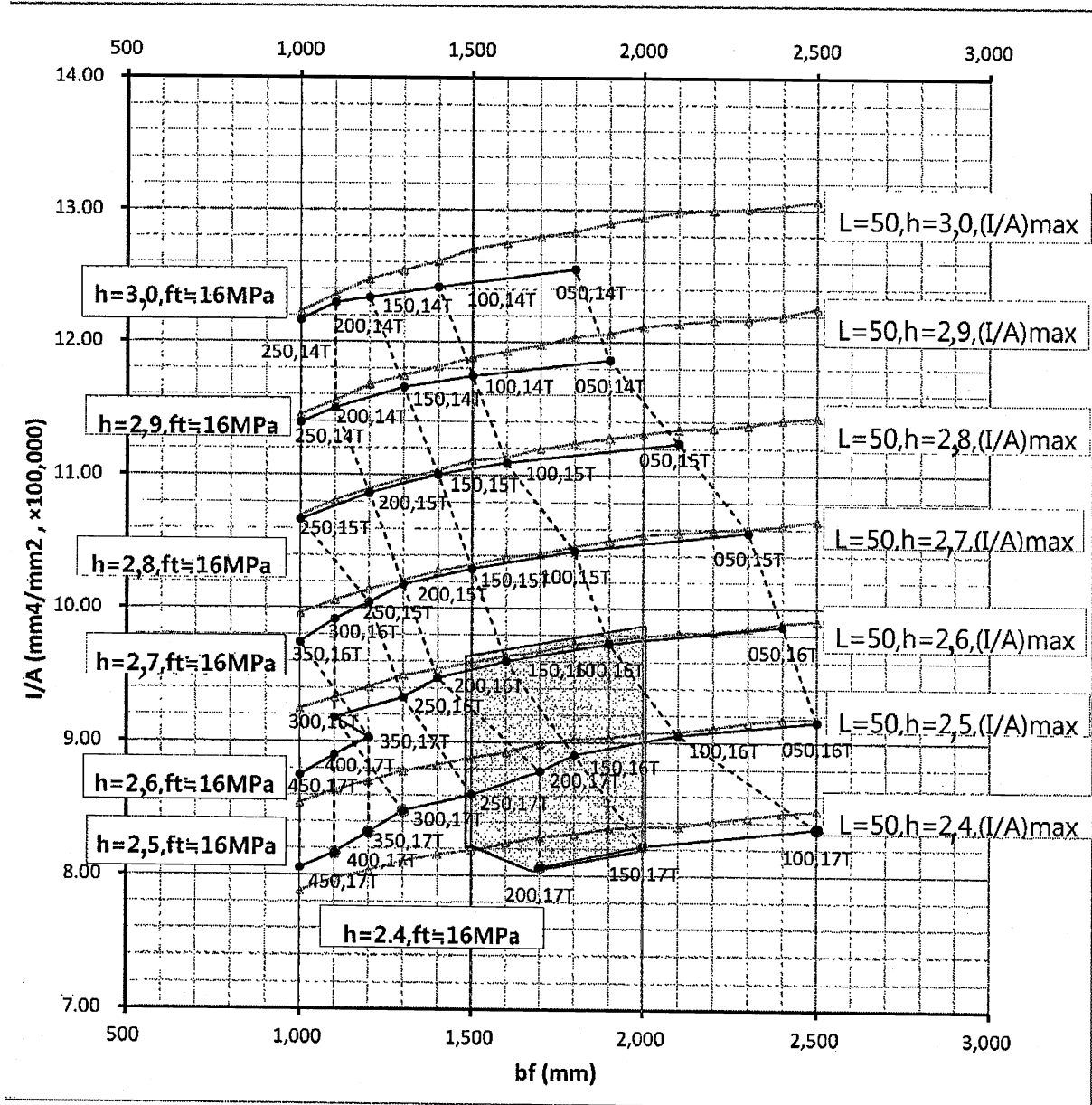


FIG. 11

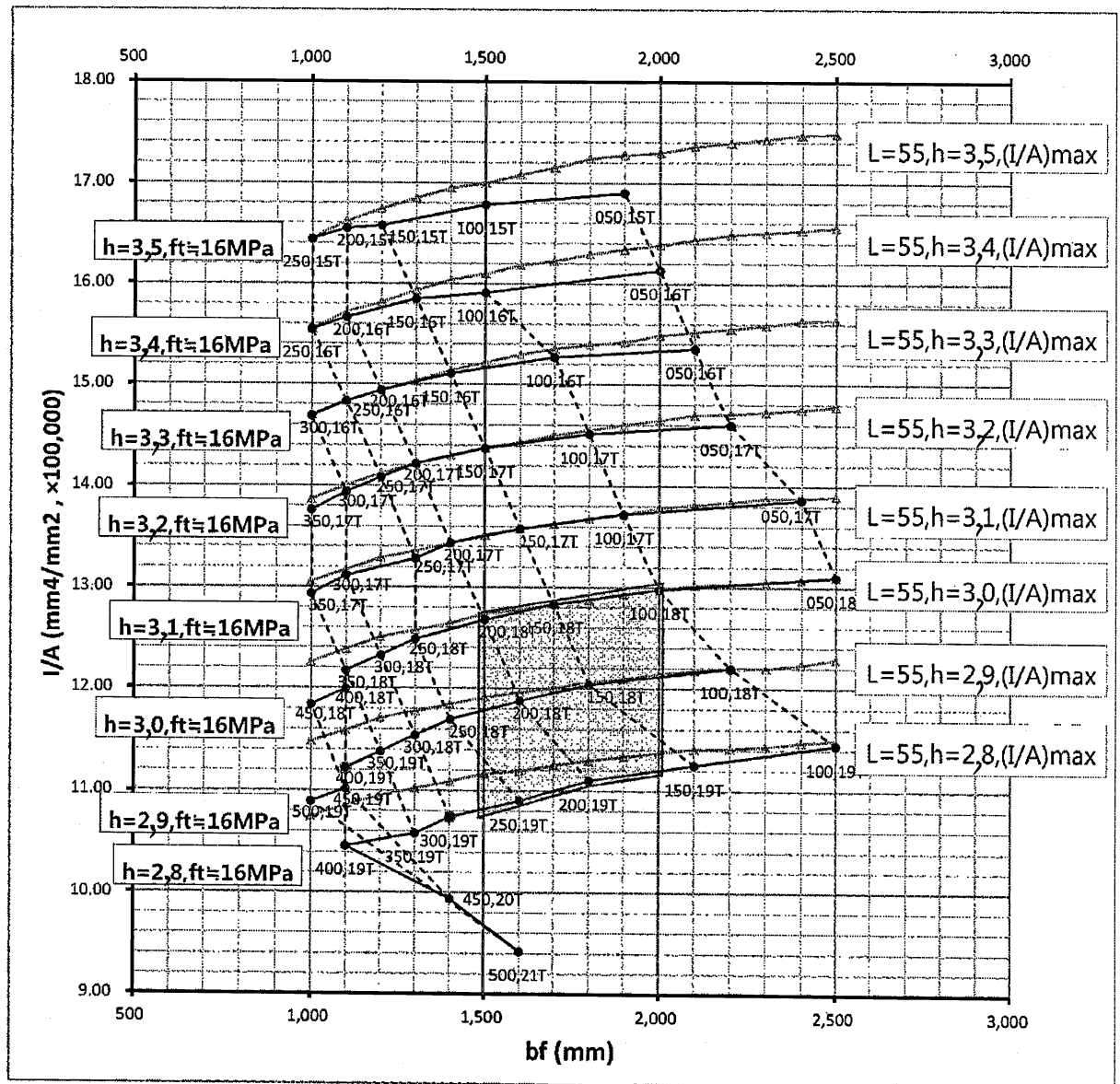


FIG. 12

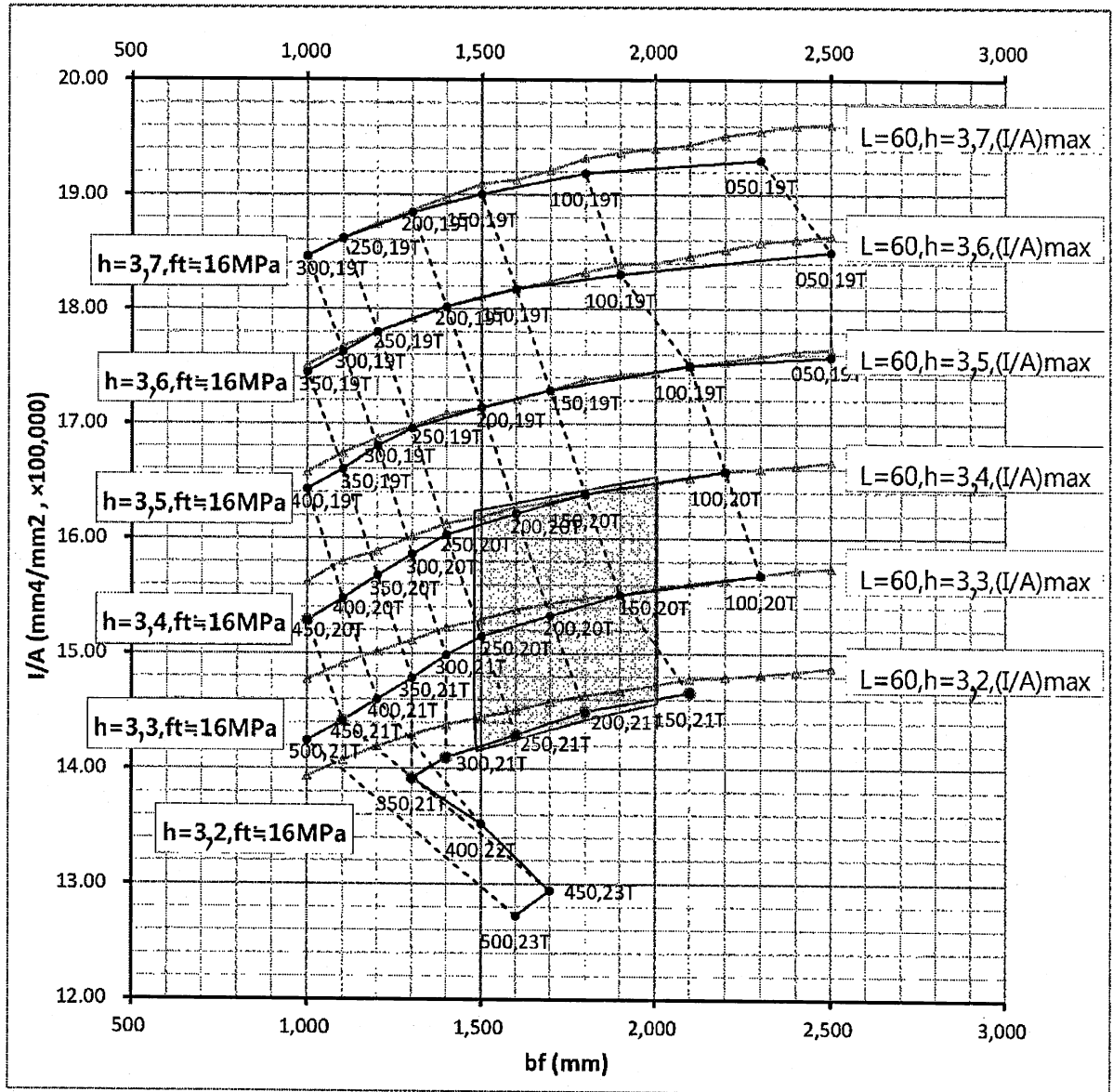


FIG. 13

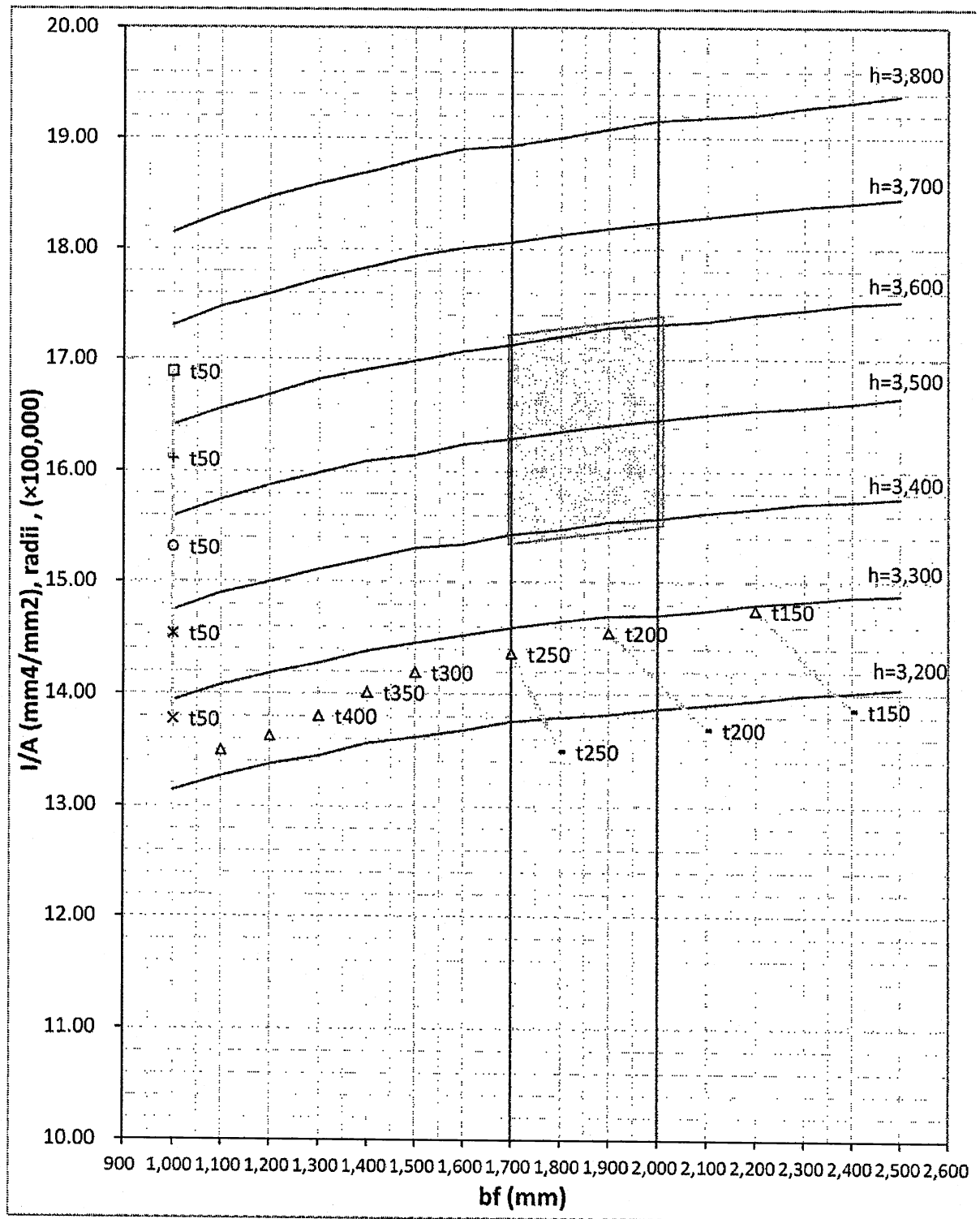


FIG. 14

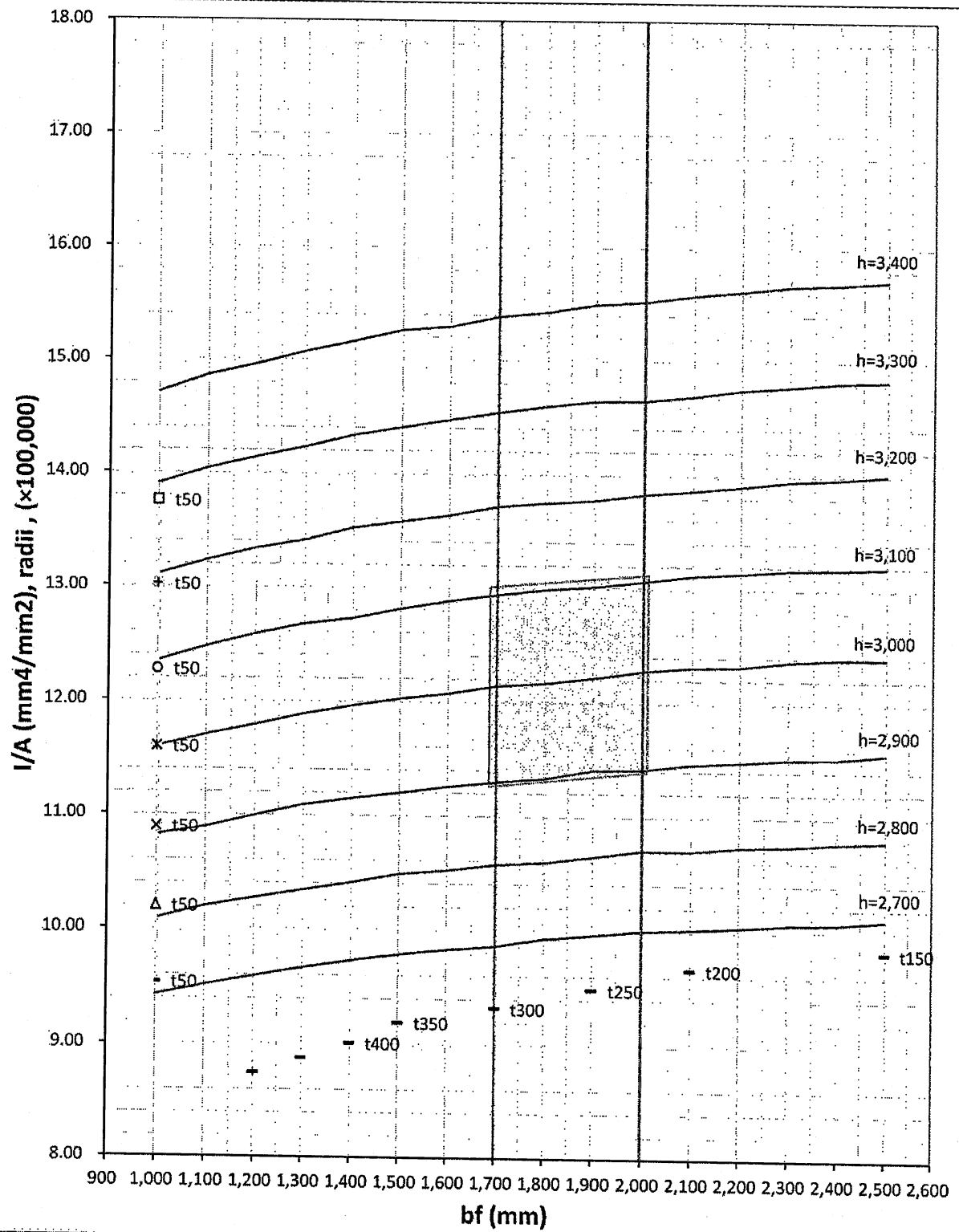


FIG. 15

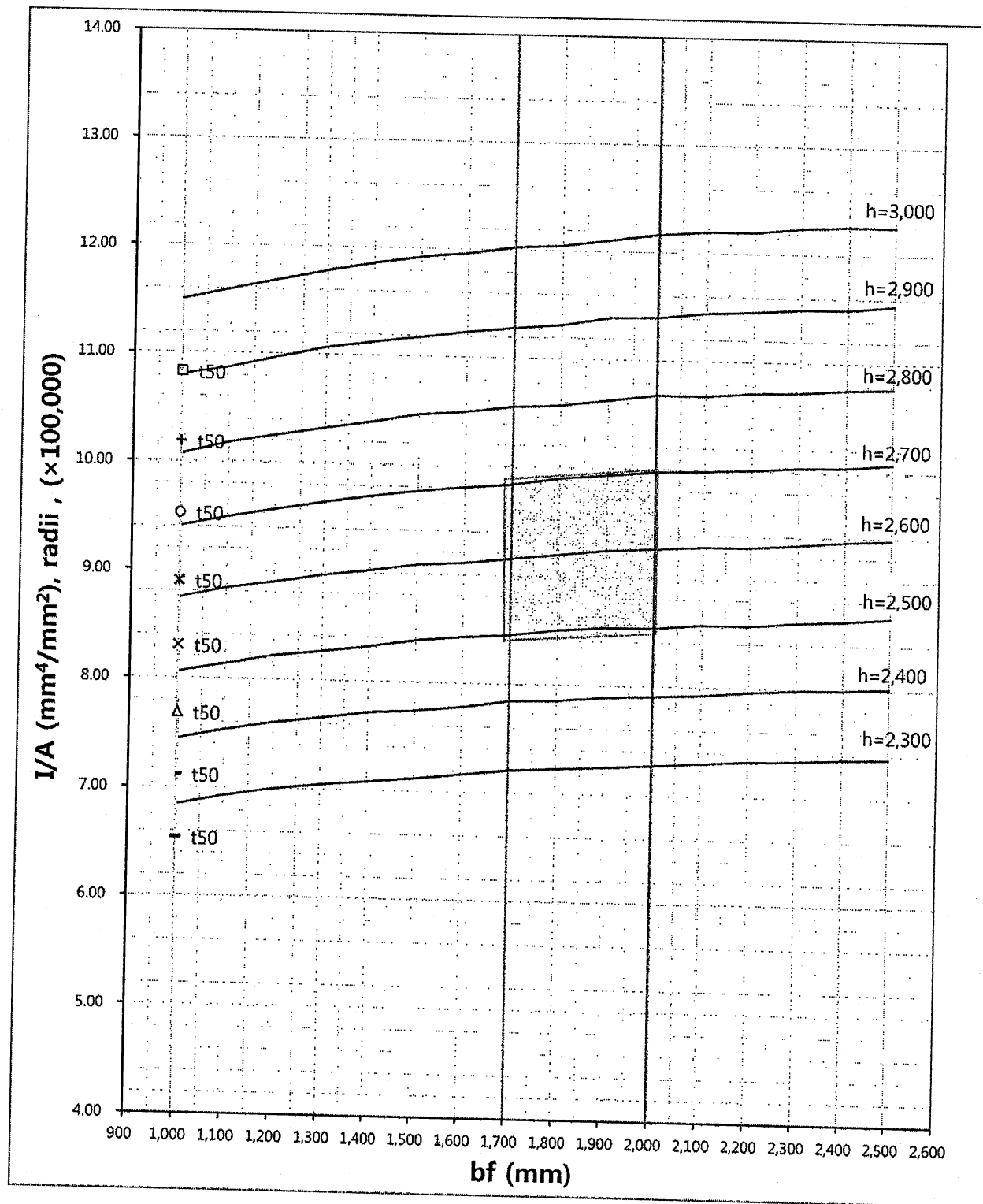


FIG. 16

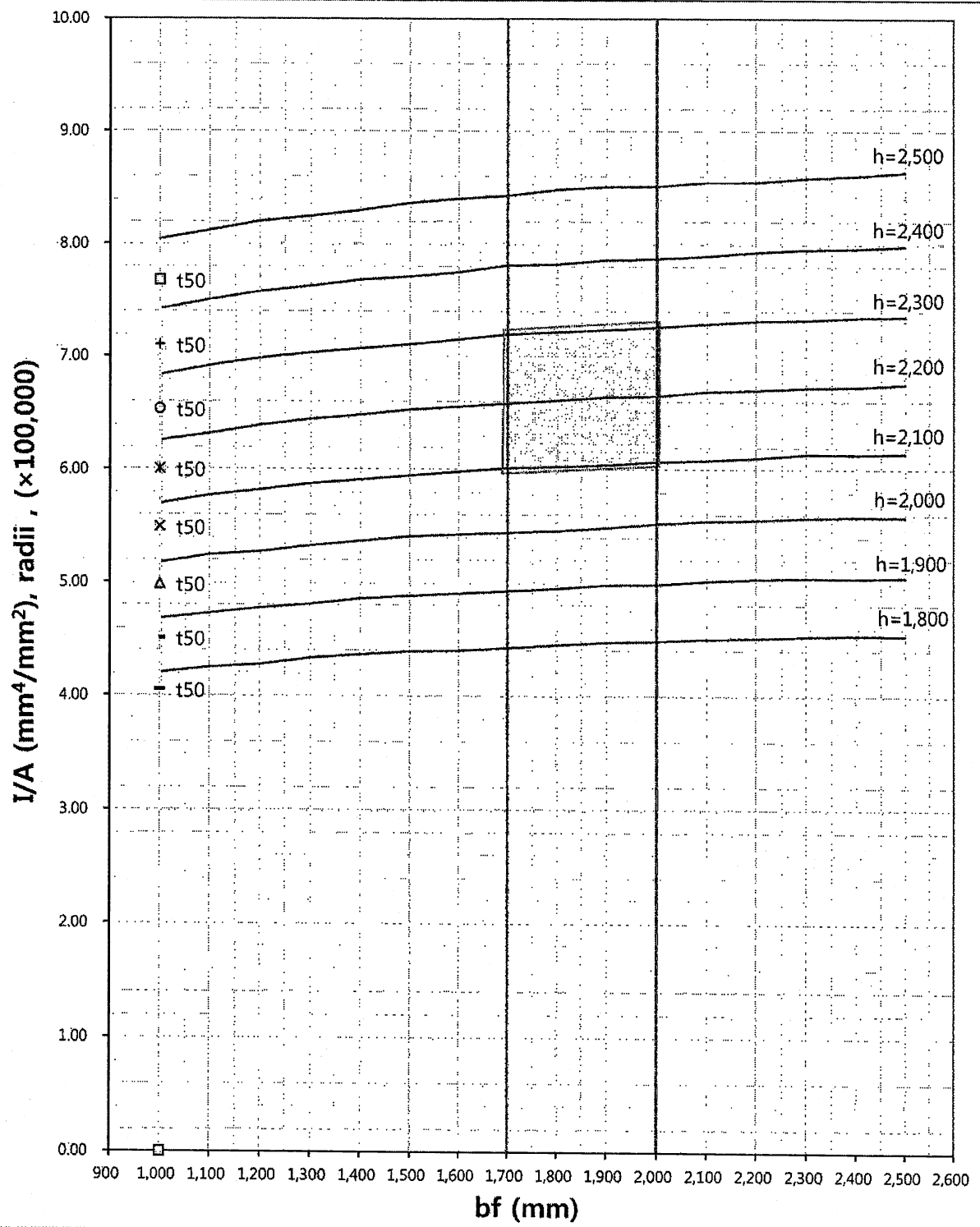


FIG. 17

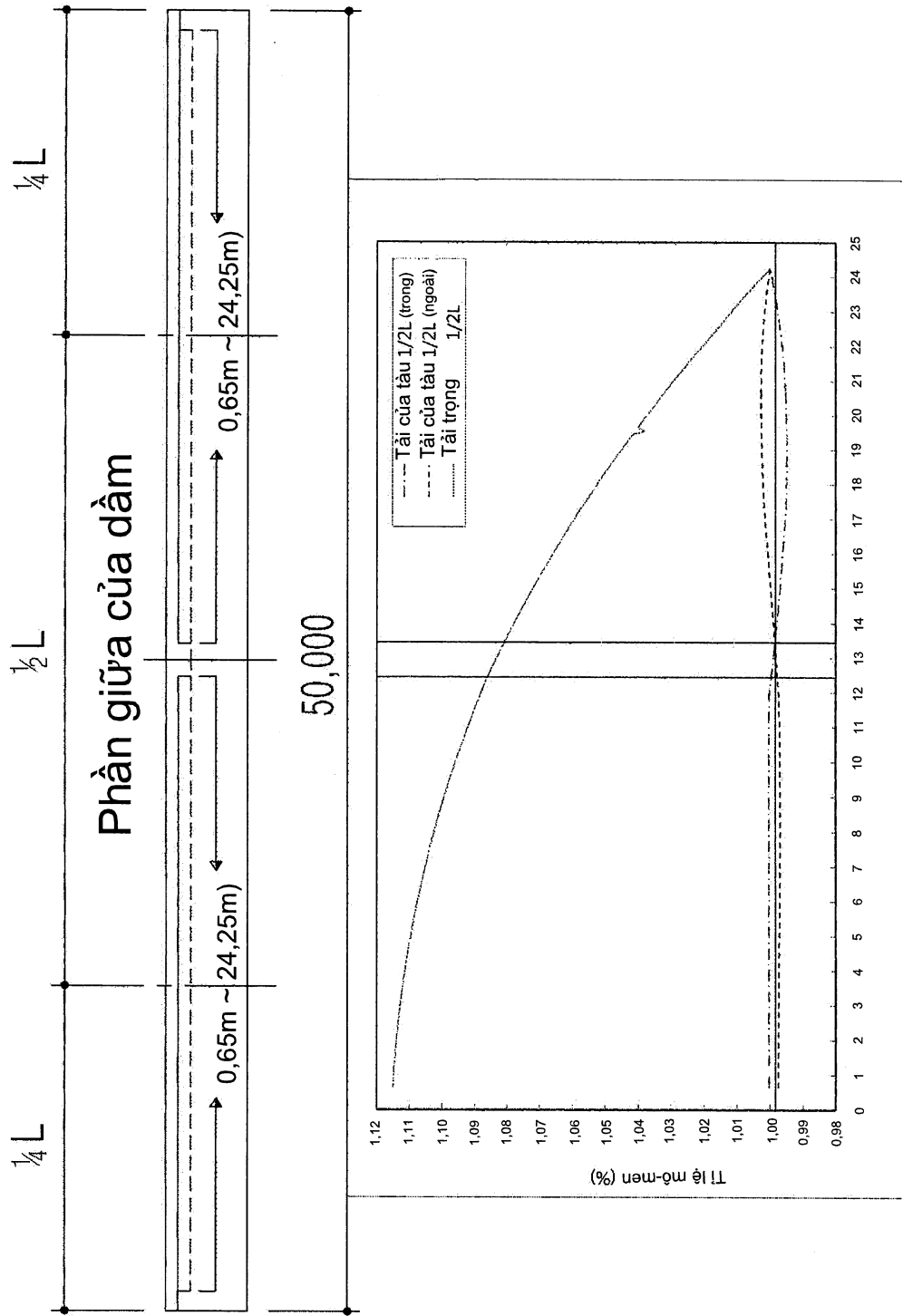


FIG. 18